



Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien muuttuminen ja elinkaari

Citation

Jäniskangas, T. (2015). Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien muuttuminen ja elinkaari. (Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Maa- ja pohjarakenteet. Tutkimusraportti; Vuosikerta 80). Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.

Year

2015

Version

Publisher's PDF (version of record)

Link to publication

TUTCRIS Portal (<http://www.tut.fi/tutcris>)

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright, please contact cris.tau@tuni.fi, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.
Maa- ja pohjarakenteet. Tutkimusraportti 80
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering.
Earth and Foundation Structures. Research Report 80

Tapani Jäniskangas

**Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien
muuttuminen ja elinkaari**



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.
Maa- ja pohjarakenteet. Tutkimusraportti 80
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering.
Earth and Foundation Structures. Research Report 80

Tapani Jäniskangas

Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien muuttuminen ja elinkaari

ISBN 978-952-15-3512-3 (nid.)
ISBN 978-952-15-3513-0 (PDF)
ISSN 1799-1684



Jäniskangas Tapani

Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien muuttuminen ja elinkaari

Tutkimusraportti 80, 45 sivua + 86 liitesivua

Maaliskuu 2015

Hakusanat: pesäpallokenttä, hiekkatekonurmi, ominaisuudet, elinkaari

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa selvitettiin hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksia (jousto ja pinnan laatu) ja niiden muuttumista verrattuna aikaisempiin vuosina 1993–1997 tehtyihin tutkimuksiin. Tehtävällä tutkimuksella saatu numeerinen tieto hiekkatekonurmen ominaisuuksista on käyttökelpoinen työväline kenttien luokittelussa, käyttöhyväksynnässä ja peruskorjaustarpeen määrittelyssä.

Kentän pinnan jousto-ominaisuudet koostuvat rakennekerrosten joustosta ja hiekkatekonurmipinnoitteen joustosta. Pinnan joustoon vaikuttaa hiekan rakeisuus sekä nukan laatu (nukkatiheys, nukan pituus) ja kunto. Kenttärakenteen jousto-ominaisuuksia mitattiin kannettavalla pudotuspainolaitteella, Loadman II. Laitteen ”tehollinen” mittaussyvyys on n. 200 mm. Vuosina 2013–2014 mitattujen 30 hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokentän joustomoduulien (E_2) keskiarvo kenttäalueelta Loadmanilla (10 kg paino, \varnothing 132 mm kuormituslevy) mitattuna oli 100,8 MPa. Aikaisemmassa tutkimuksessa pesäpallokentiltä vuosina 1994–1995 mitattujen kymmenen uuden kentän joustomoduulien (E_2) keskiarvo kenttäalueelta oli 85,9 MPa ja vuosina 2013–2014 tehdyissä mittauksissa samojen kenttien keskiarvo oli 110,2 MPa. Vuonna 1996 mitattujen 26 kentän joustomoduulien (E_2) keskiarvo kenttäalueelta oli 97,3 MPa. Tällöin kentät olivat mittaushetkellä uusia tai keskimäärin 1...3 vuoden ikäisiä poikkeuksena Ikaalisten, Oulun vanha ja Seinäjoen kentät, jotka silloin mitattiin 5...8 vuoden ikäisinä. Uuden kentän joustomoduuli on pienempi kuin vuoden käytössä olleen kentän, koska rakenteet ja etenkin nukan lomassa oleva täyttöhiekka tiivistyy sään ja kuormituksen vaikutuksesta. Myöhemmin kentän jousto-ominaisuudet eivät merkittävästi muutu. Uusi kenttä koetaan myös pelaajien mielestä usein pehmeäksi.

Pesäpallossa kovasta kentästä (korkea joustomoduuliarvo) on hyötyä pelillisesti pallon pomppaamisen ja vierinnän kannalta. Toisaalta kova kenttä lisää lihaksille ja nivelille tulevia kuormituksia. Joukkueiden lääkäreille tehdyn, pelaajien jalkoihin kohdistuvia vammoja koskevan kyselyn katsottiin antavan suuntaa pesäpallokentällä tapahtuvista vammoista. Pienimuotoisen kyselytutkimuksen mukaan pelaajalla esiintyviin jalka-

vammoihin kentän ominaisuudet eivät juuri vaikuta. Yksi joukkueen lääkäri arvioi, että nilkan nyrjähdyskentän ominaisuuksilla saattaa olla oma vaikutuksensa.

Pelaajayhdistyksen kautta tehtyyn kyselyyn kenttien pelillisistä ominaisuuksista saatiin pelaajilta ainoastaan 12 vastausta. Yleisvaikutelmana oli, että kentät koettiin pääsääntöisesti joustoltaan sopiviksi. Uutta kenttää pidettiin kuitenkin pehmeänä. Kentät olivat pidoltaan vähintään tyydyttäviä. Pelaajat katsoivat kentän tasaisuuden ja oikean hiekkamäärän olevan tärkeitä tekijöitä pallon liikkeen ennakoitavuuden kannalta. Sopiva tekonurmen hiekan täyttöaste on sellainen, että nukkaa näkyy noin 1...3 mm.

Pelialueella (etukenttä, takakenttä) nukan kulumisen on mittaustulosten mukaan keskimäärin 0,1...0,4 mm/vuosi. Kentän käytetyimmillä alueilla (pesät) nukan kulumisen voidaan mittausten mukaan arvioida olevan enintään 0,7 mm/vuosi. Muualla kovan kulumuksen alueella, kuten lyöjän pelipaikalla, nukka voi kuitenkin kulua puhki jo yhden pelikauden aikana. Riittävä nukan hiekkatäyttö pitää nukan pystyssä. Vajaatäyttöisessä tekonurmessa nukka taivuu. Taivunut, laossa oleva nukka hiertyy ja menee poikki herkemmin kuin pystyssä oleva nukka. Kentällä on huolehdittava tarpeellisesta hiekan lisäyksestä (oikea hiekkamäärä) ja hoidosta.

Hoitamalla hiekkatekonurmea harjauksella ja tarvittaessa imulaitteella pidetään tekonurmen täyttöhiekka ilmavana (irtonaisena) ja nukka pystyssä, jolloin maksimoidaan sen hoitomahdollisuudet ja käyttöikä. Hyvällä hoidolla hiekkatekonurmipintainen pesäpallokenttä on tämän tutkimuksen mukaan käyttökelpoinen yli 20 vuotta. Tämän jälkeenkin vanhaa hiekkatekonurmea voidaan käyttää erilaisissa liikuntapaikoissa, kuten esimerkiksi erilaisilla pienpelikentillä.

ALKUSANAT

Tämä raportti on laadittu Suomen Pesäpalloliitto ry:n aloitteesta ja Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoitustuella.

Raportin on laatinut tutkija Tapani Jäniskangas Tampereen teknillisestä yliopistosta. Työn valvojana on ollut rakentamisen ylitarkastaja Erja Metsäranta Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirastosta. Tutkimuksen asiantuntijaryhmään kuuluivat lisäksi toiminnanjohtaja Arto Ojaniemi ja seuratoimintapäällikkö Jari Malinen Suomen Pesäpalloliitosta sekä professori Pauli Kolisoja Tampereen teknillisestä yliopistosta.

Tampereella 31.3.2015

Tapani Jäniskangas

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	5
2	TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	7
2.1	Kenttämittaukset	7
2.1.1	Näytteiden otto	7
2.1.2	Jouston mittaaminen	7
2.2	Laboratoriomittaukset	8
2.2.1	Rakeisuus	8
2.2.2	Raemuoto ja pintarakenne	9
2.3	Kyselytutkimus	10
2.3.1	Kentän hoitotoimenpiteet	10
2.3.2	Kentän pelilliset ominaisuudet	10
2.3.3	Jalkoihin kohdistuvat vammat	11
3	TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI	12
3.1	Hiekan rakeisuus	12
3.2	Hiekan raemuoto	18
3.3	Tekonurmimaton nukka	22
3.4	Kentän jousto-ominaisuudet	25
3.5	Kentänhoito	28
3.6	Kentän pelattavuus	32
3.7	Alustan merkitys vammojen synnyssä	37
4	HIEKKATEKONURMEN ELINKAARI	39
5	YHTEENVETO	42
	KIRJALLISUUS	44
	LIITTEET	45

1 JOHDANTO

Pesäpallo asettaa nopeana ja tilanteiltaan vaihtelevana pelinä pelialustalle useita vaatimuksia. Otteluita ja kentän rakentamista varten on olemassa mittausjärjestelmä, jolla kentän rakenneominaisuuksia voidaan mitata ja tätä kautta normittaa. Mittausjärjestelmä mahdollistaa rakentamisen aikaisen laadunvalvonnan ja käytön aikaisen laadunseurannan.

Vuonna 1987 rakennettiin Suomeen ensimmäinen hiekkatekonurmi Ikaalisten pesäpallokentälle. Tämän ensimmäisen tekonurmen nukkapituus oli 25 mm ja nukan nukattiheys 30 000 iskua/m². Ikaalisten tekonurmen hiekka on selvästi hienorakeisempaa kuin sen jälkeen kentissä käytetyt hiekat. Em. syistä kentän pinta iskostui nopeasti kovaksi liikkumattomaksi pinnaksi. Tämän jälkeen rakennettujen hiekkatekonurmikenttien nukkapituus on ollut 28...33 mm ja nukattiheys n. 13 000...15 800 iskua/m². Suomen Pesäpalloliiton nykyinen vaatimus nukkapituudelle on 32...33 mm, nukattiheydelle > 14 000 iskua/m² ja hiekan määrälle 45 kg/m² (Suomen Pesäpalloliitto 2011). Nukkalanka tulee yhteen iskuun eli neulapistoon kaksin kerroin, joten nukattiheys on kaksinkertainen iskutiheyteen verrattuna. Hiekkatekonurmista tuli paras pinnoite pesäpalloliitojen tarpeisiin.

Tampereen teknillisen yliopiston edellinen tutkimus pesäpallokentistä perustuu silloisen TTKK:n rakennusgeologian laboratorion toimesta vuosina 1993–1997 tehtyihin tutkimuksiin. Tutkimuksissa (Jäniskangas ym. 1998) mitattiin 26 hiekkatekonurmipintaisen pesäpallokentän jousto- ja materiaaliominaisuudet (Alajärvi, Haapajärvi, Halsua, Hamina, Hyvinkää, Ikaalinen, Imatra, Jyväskylä, Kankaanpää, Kiiminki, Kitee, Koskenkorva, Lapua, Loimaa, Muhos, Oulu (vanha), Oulu (uusi), Pattijoki, Seinäjoki, Siilinjärvi, Sotkamo, Turku (Kupittaa), Vihti, Viinijärvi, Vimpeli, Ylihärmä). Muutamalla kentällä joustoja mitattiin lisäksi 1-2 vuoden kuluttua niiden valmistumisesta. Kentät on tutkittu ja niiden jousto-ominaisuudet mitattu siis 17...21 vuotta sitten.

Aikaisemmassa tutkimuksessa (Jäniskangas ym. 1998) on todettu, että hiekkatekonurmihiekan hienonemista ja nukan kulumista tapahtuu voimakkaimmin kotipesässä. Kotipesässä lyöjän ja lukkarin pelipaikoilta tekonurmimattoa joudutaan uusimaan kerran tai kaksi kertaa kaudessa. Muualla kentällä nukan kulumisen on vähäistä. Lyhyellä aikavälillä tehdyn arvion mukaan muualla kentällä nukan kulumiseksi arvioitiin tuolloin keskimäärin alle 0,5...1 mm/v. Pienehkö nukan kulumisen merkitsee tekonurmelle pitkää käyttöikää, kun huolehditaan pinnan hoidosta.

Tutkittu vertailutieto kenttien ominaisuuksista on noin 20 vuotta vanhaa. Selvittämällä kenttien tämän hetken jousto-ominaisuudet sekä hiekkatekonurmen hiekan hienoneminen ja nukan kulumisen pitkällä aikavälillä saadaan tietoa kenttien nykytilasta ja jäljellä olevasta käyttöiästä (elinkaari).

Peliin valmistautuessaan pelaajat arvioivat kentän kovuutta. Kentät ovat eri kovuisia ja pallot käyttäytyvät eri tavoin eri kentillä. Esimerkiksi kopparille on tärkeää tietää takakentän kovuus, josta voi arvioida painuvan yläkierteisen lyönnin pomppaavuuden (Sirviö 2002). Pomppu on tehokas tapa pelaajan etenemiselle kentällä, joten etukentän pomppualueen kovuus/kimmoisuus vaikuttaa pomppulyönnin käyttöön vaihtolyöntinä ja sitä kautta pelin luonteeseen. Kovan kentän ja kimmoisan pallon yhdistelmä voi mahdollistaa myös kotiutuksen esim. keskipompulla.

Kentän rakenne vaikuttaa omalta osaltaan pelin luonteeseen; mikä merkitys ”pomppupelillä” on pesäpallossa. Kenttää on pystyttävä mittaamaan, jotta pelin kehittäminen kontrolloidusti haluttuun suuntaan on mahdollista. Kenttämittauksella on mahdollista mitata kentän jousto-ominaisuuksia ja määrittää raja-arvot kentän kimmoisuudelle.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Aikaisemmin tehty hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien tutkimus toteutettiin vuosina 1993–1997. Tutkimuksessa kentillä tehtiin joustomittauksia ja otettiin hiekkänäytteitä.

Syyskesällä 2013 ja kesällä 2014 tehtiin joustomittauksia ja kerättiin näytteitä seuraavien 30 paikkakunnan hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokentiltä: Alajärvi, Haapajärvi, Halsua, Hamina, Hyvinkää, Ikaalinen, Imatra, Joensuu, Jyväskylä, Kankaanpää, Kempele, Kiiminki, Kitee, Koskenkorva, Kouvola, Lappeenranta, Lapua, Loimaa, Muhos, Oulu, Pattijoki, Pori, Rauma, Siilinjärvi, Sotkamo, Turku, Vihti, Viinijärvi, Vimpeli, Ylihärä.

Kentän tasaisuutta ei tässä tutkimuksessa mitattu.

2.1 Kenttämittaukset

Tehtävällä tutkimuksella saadaan numeerinen tieto hiekkatekonurmen ominaisuuksista. Tietoa voidaan käyttää kenttien luokittelussa, käyttöhyväksynnässä ja peruskorjaustarpeen määrittelyssä.

2.1.1 Näytteiden otto

Laboratoriotutkimuksia varten näytteitä otettiin kentiltä 1...6 eri pisteestä. Uudehkoilta kentiltä otettiin vain yksi näyte ja vanhemmilta kentiltä otettiin useampia näytteitä. Näytteitä otettiin etukentältä (keskeltä), takakentältä (nurkka) ja joissakin tapauksissa polttolinjalta. Joiltakin kentiltä otettiin näytteitä myös kotipesästä ja ykköspesästä. Hiekkänäytteet imuroitiin pölynimurilla pölypussiin. Halkaisijaltaan 200 mm alue imuroitiin aivan puhtaaksi; myös mahdollinen nukan juureen iskostunut aines. Hiekkänäytteistä määritettiin hiekan raekokojakautuma ja määrä. Imuroidulta alueilta tutkittiin myös tekonurmimaton nukan pituus ja kunto.

2.1.2 Jouston mittaaminen

Suomessa liikunta-alustojen jousto-ominaisuuksien mittaamiseen käytetään yleensä kannettavaa Loadman -pudotuspainolaitetta (kuva 1). Laite on kehitetty alun perin maa-rakenteiden kantavuuden ja tiiviyyden tarkkailua varten. Loadman on suhteellisen kevyt suljettu alumiininen putki, jonka halkaisija on 132 mm. Putken sisässä oleva, vapaasti liikkumaan pääsevä 10 kg teräspaino pudotetaan laitteen jäykälle kuormituslevylle. Kuormituksen aiheuttama painuma mitataan laitteen yläpäähän sijoitetulla kiihtyvyyssanturilla. Ajasta ja kiihtyvyydestä laite laskee nopeuden sekä nopeudesta painuman. Laitteen kokoonpanoa (paino, pudotuskorkeus, pohjalevy, kumivaimennin) voidaan vaihdella mitattavan alustan mukaan.

Tässä tutkimuksessa kenttien jousto-ominaisuuksia mitattiin kannettavalla pudotuspainolaitteella eri osista kenttää. Loadman -laitteistolla mitattu joustomoduuli kuvaa rakenteen pintaosaa. Pudotuspainolaitteen kuormituksen syvyysulottuvuus rakenteeltaan homogeenisessa pudotusalustassa on noin $1,5 \times$ kuormituslevyn halkaisija (Boussinesqin teoria). Mittauksissa käytettiin laitteiston vakiokokoonpanoa; 10 kg painoa ja Ø 132 mm pohjalevyä, jolloin ”tehollinen” mittaussyvyys ulottuu n. 200 mm. Laitteen tarkkuuden on kalibrointimittauksissa todettu olevan $\pm 5 \%$ (PANK-9001).



Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty kannettava pudotuspainolaite (Loadman II).

2.2 Laboratoriomittaukset

Laboratoriossa näytteistä mitattiin ominaisuuksia, joilla on vaikutusta kentän toimintaan.

2.2.1 Rakeisuus

Hiekkojen rakeisuudet määritettiin standardin SFS-EN 933-1:2012 mukaisesti kuvaseulonnalla. Rakeisuuskäyrästä on määritetty rakeisuusluku (H), joka on laskettu seulojen # 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1 ja 2 mm läpäisyprosenttien summana. Mitä suurempi on rakeisuusluku sitä hienorakeisempaa hiekka on.

2.2.2 Raemuoto ja pintarakenne

Hiekkarakeiden muotoa tarkasteltiin mikroskoopilla (kuva 2).



Kuva 2. Hiekkarakeiden mikroskooppitutkimus.

Raemuodon tutkimuksessa käytettiin myös Sand flow cone -testiä (kuva 3). Testi perustuu uusiseelantilaiseen standardiin (NZS 3111:1986), jolla tutkitaan kiviaineksen tyhjätilaa, valumisaikaa sekä ylisuuren materiaalin suhteellista osuutta materiaalissa. Raemuodon mittauksilla pyritään selvittämään saman rakeisuuskäyrän omaavien kiviainesten (näytemäärä 1000 g) välisiä eroja niin valumisajan kuin tyhjätilankin suhteen. Valumisaikaan ja tyhjätilaan vaikuttavat pääasiassa materiaalin rakeisuuskäyrä, yksittäisten rakeiden muoto sekä rakeiden pinnankarkeus. Mittauksissa ilmenee raemuodon vaikutus hyvin, etenkin jos tutkitaan materiaaleja joilla on samanlaiset rakeisuuskäyrät. Tällöin rakeisuuskäyrän vaikutus häviää lähes täysin. Valumisaika on suoraan Sand flow cone -testistä saatava tulos. Saatava tulos kertoo suurelta osin kyseisen hiekan käytettävyyssominaisuuksista hiekkatekonurmihiekkana; mitä lyhyempi valumisaika sitä pyöreärakeisempi ja sileäpintaisempi hiekka on ja sitä paremmin se siis sopii tekonurmen täyttöhiekaksi.



Kuva 3. Sand Flow Cone -laitteisto.

2.3 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus kenttien hoidosta ja kentän ominaisuuksista tehtiin 19 kenttää koskien. Kysely kenttien pelillisistä ominaisuuksista lähetettiin pelaajayhdistyksen kautta sen jäsenille. Pesäpallon pelaajayhdistykseen voivat liittyä kaikki miesten ja naisten Superpesiksen sekä ykköspesiksen pelaajat. Joukkueen lääkäreille lähetettiin kysely pelaajien jalkoihin kohdistuvista vammoista.

2.3.1 Kentän hoitotoimenpiteet

Kysely kenttien hoidosta lähetettiin seuraaville 1980–1990 -luvuilla valmistuneille pesäpallokentille: Ikaalinen 1987, Muhos 1993, Halsua 1993, Jyväskylä 1994, Loimaa 1994, Turku 1994, Imatra 1995, Kankaanpää 1995, Pattijoki 1995, Siilinjärvi 1995, Haapajärvi 1996, Hamina 1996, Koskenkorva 1996, Oulu 1996, Ylihärmä 1996. Myös 2000-luvulla uusituille kentille; Hyvinkää 2008, Lapua 2008, Sotkamo 2009, Vihti 2010, lähetettiin hoitokysely. Ikaalisten, Halsuan ja Muhoksen kentistä ei saatu vastausta. Suurin osa vastanneista oli liikuntatoimen henkilöstöä. Mukana oli myös seuratoimijoita.

2.3.2 Kentän pelilliset ominaisuudet

Kyselytulokset kenttien pelillisistä ominaisuuksista saatiin 12 pelaajalta; kolmelta Kiteen Pallo-90, kolmelta Sotkamon Jymyn, kahdelta Jyväskylän Kirin, yhdeltä Vimpelin Vedon ja yhdeltä Kouvolan Pallolyöjien miespelaajalta ja kahdelta Lapuan Virkiän naispelaajalta.

2.3.3 Jalkoihin kohdistuvat vammat

Neljän joukkueen lääkärit (Sotkamon Jymy, Vimpelin Veto, Hyvinkään Tahko, Kouvolan Pallonlyöjät) sekä yhden seuran edustajalta (Koskenkorvan Urheilijat) saatiin vastaus pelaajien jalkoihin kohdistuvista vammoista. Lisäksi kymmenen pelaajaa vastasi vammakyselyyn.

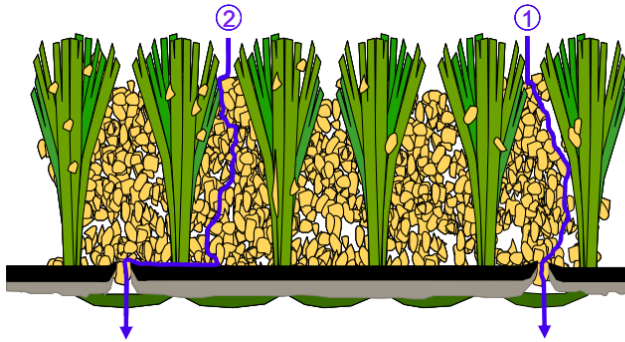
Äkillisistä urheiluvammoista tyypillisimpiä ovat lihas- ja jännevammat, nivel- ja nivelsidevammat sekä luunmurtumat. Rasitusvammoille altistavia tekijöitä ovat biomekaaniset syyt, rakenteelliset poikkeavuudet, lihaskunto, harjoitteluvirheet sekä juoksualusta ja jalkineet. (Esite aiheesta: Tyypillisiä urheiluvammoja nuorilla urheilijoilla Ilmo Litmanen, <http://slideplayer.fi/slide/1896047/>)

3 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Jokaisen tutkitun kentän numeeriset mittaustulokset on esitetty liitteissä 1-30. Kenttäkohtaista mittaustietoa on mahdollista hyödyntää kunkin kentän toimivuuden (tekninen ja pelillinen) määrittelyssä.

3.1 Hiekan rakeisuus

Hiekan rakeisuus vaikuttaa hiekkatekonurmen kaikkiin ominaisuuksiin. Hiekan ja tekonurmen yhteistoiminta muodostaa kimmoisan pelialustan. Kentän pinta pysyy avoimena hiekan liikkua luonnollisesti nukan lomassa. Liian hienorakeinen hiekka tekee pinnasta kovan ja liikkumattoman, jolloin pelaajan alttius jalkavammoille lisääntyy. Kovaksi iskostuneen pinnan hoito myös vaikeutuu ja kentän vedenläpäisevyys voi heiketä. Tekonurmen täyttöhiekan hienontuminen vaikuttaa pinnan hoidettavuuden ja mahdollisesti vedenläpäisevyyden (kuva 4) heikkenemiseen sekä kovuuteen.

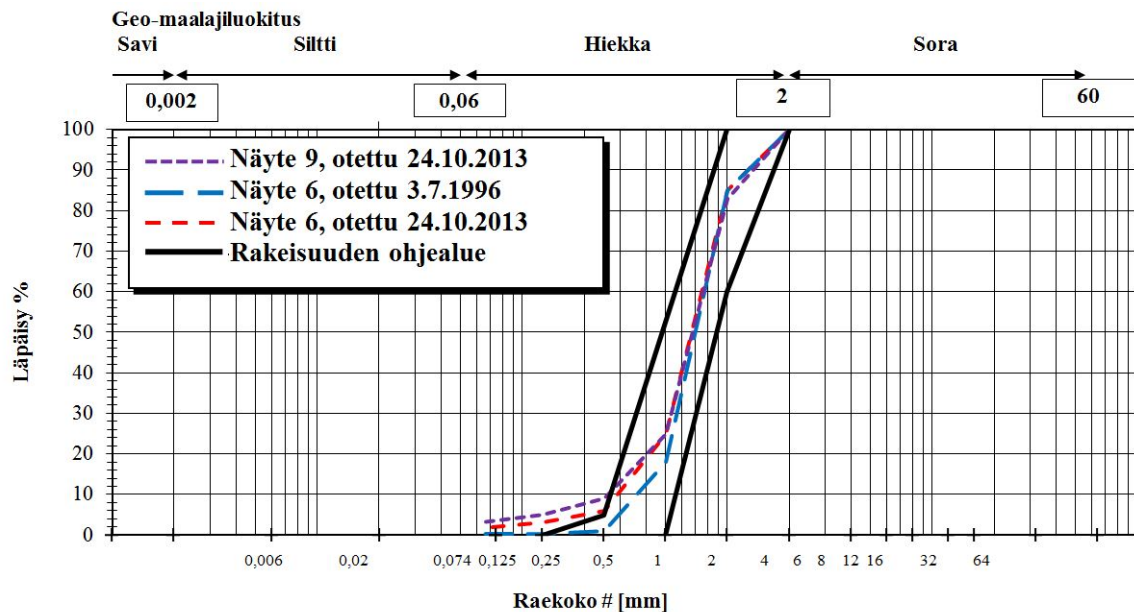


Kuva 4. Veden virtaus hiekkatekonurmen läpi. 1. suoraan läpi täyttöhiekan ja tekonurmen taustakankaan reiän kautta alapuolisiin kerroksiin. 2. samoin kuin 1, mutta vesi virtaa täyttöhiekan ja taustakankaan kautta reikään. (James, A. & McLeod, 2008)

Liitteissä 1-30 on esitetty eri aikoina tutkittujen pesäpallokenttien alkuperäisten tai kentälle lisättyjen hiekkojen ja eri osista kenttää imuroitujen näytteiden rakeisuudet, rakeisuusluvut sekä hiekan määrä. Näytteiden raekokajakautumat osoittavat, että kentällä hiekan hienoneminen on melko vähäistä. Sen sijaan kotipesässä hiekka hienonee voimakkaasti. Myös pesillä hiekka hienonee.

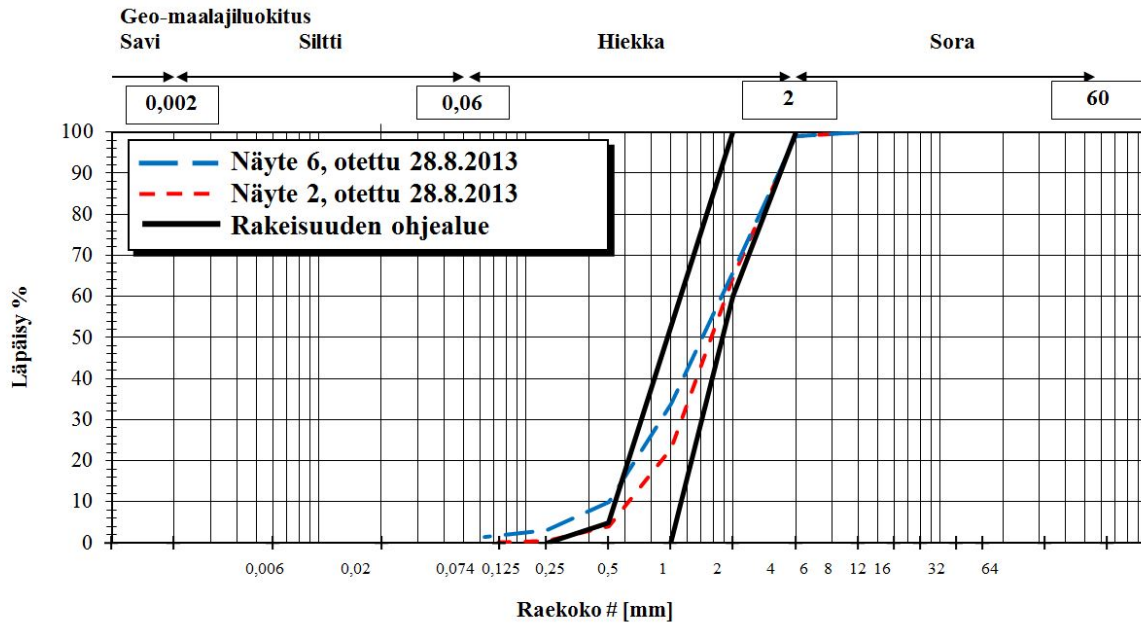
Kuvassa 5 on esitetty esimerkkinä vuonna 1994 rakennetulta Loimaan pesäpallokentältä otettujen hiekanäytteiden raekokajakautumat eri ajankohtina. Kuvasta voidaan nähdä, että etukentältä otettujen hiekanäytteiden rakeisuus on muuttunut hienommaksi ajan kuluessa ja ylittää ohjealueen (Hiekkatekonurmiopas 1997) hienomman rajakäyrän. Näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 13 (kappale 3.4).

Hiekan rakeisuuden muutos kentällä ei kuitenkaan välttämättä ole pelkästään hiekan hienonemista käytön seurauksena, sillä kentälle tehdyt hoitotoimenpiteet (harjaus, imurointi) ja ympäristöolosuhteet kentän ulkopuolella (pöly) vaikuttavat hiekan rakeisuuteen.



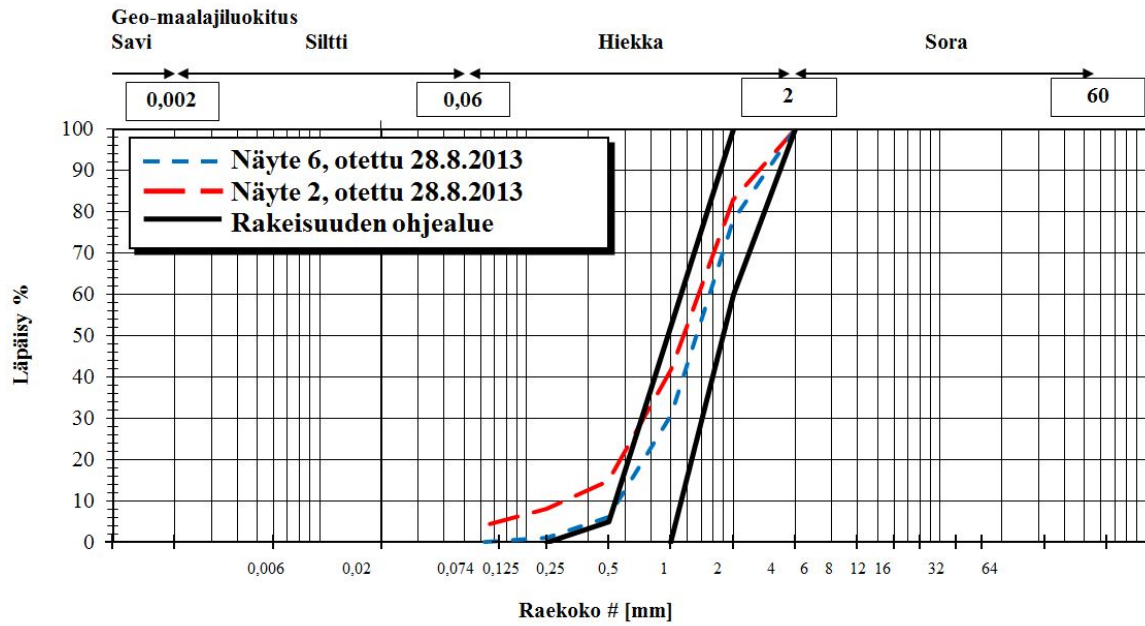
Kuva 5. Loimaan pesäpallokentältä eri aikoina otettujen hiekanäytteiden raekokojakautumat (katkoviivat) ja hiekan rakeisuuden ohjealue (yhtenäiset viivat).

Kuvassa 6 on esitetty vuoden 2012 kesätauolla uusitun Alajärven hiekkatekonurmen hiekan raekokojakautumat etukentältä (piste 6) ja lukkarin pelipaikalta (piste 2). Kuluneella lukkarin pelipaikalla nukkapituus on 24 mm ja etukentän mittauspisteessä nukkapituus on alkuperäinen 33 mm. Näytteet kentältä otettiin 28.8.2013, joten kenttä oli ollut käytössä syyskauden 2012 ja pelikauden 2013. Hiekan kulumisen ($< 0,063$ mm hienoinaainespitoisuus 1,5 %) ja nukan kulumisen kotipesässä on pesäpallokentille tyypillistä. Kuvasta 6 voidaan nähdä, että etukentältä otetun näytteen rakeisuus kulkee ohjealueen sisällä ja kotipesän hiekka ylittää ohjealueen hienomman rajakäyrän.



Kuva 6. Alajärven pesäpallokentältä lukkarin paikalta (piste 2) ja etukentältä (piste 6) 28.8.2013 otettujen hiekanäytteiden raekokojakautumat (katkoviivat) ja hiekan rakeisuuden ohjealue (yhtenäiset viivat).

Kuvassa 7 on esitetty keväällä 2012 uusitun Vimpelin hiekkatekonurmen hiekan raekokojakautumat etukentältä (piste 6) ja lukkarin pelipaikalta (piste 2). Kuluneella lukkarin pelipaikalla nukkapituus on 19 mm ja etukentän mittauspisteessä nukkapituus on alkuperäinen 33 mm. Vimpelin kentällä kotipesässä hiekka (kuva 7, piste 2) on hienontunut ($< 0,063$ mm hienoainespitoisuus 4,0 %) ja nukka kulunut enemmän kuin Alajärven kentällä. Lukkarin pelipaikalla mattoa ei ole vielä uusittu. Sitä vastoin lyöjän pelipaikka on uusittu jo useasti. Lyöjän kotipesän pienelle alueelle aiheuttama hiertävä piikkarirasitus kuluttaa lyöntipaikan nopeasti puhki.



Kuva 7. Vimpelin pesäpallokentältä eri lukkarin paikalta (piste 2) ja etukentältä (piste 6) otettujen hiekanäytteiden raekokojakautumat (katkoviivat) ja hiekan rakeisuuden ohjealue (yhtenäiset viivat).

Taulukossa 1 on esitetty vuosina 1987–1994 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen hiekkänäytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.

Taulukko 1. Vuosina 1987–1994 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen täyttöhiekkänäytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.

Kenttä	Valmistumis- vuosi	Näytteenotto- ajankohta	Mittauspiste	Hiekka Rakeisuusluku H	Hienoainesmäärä (< 0,074 mm) / (< 0,063 mm*) [%]
Ikaalinen	1987	28.8.1995	6	342	3,1
		28.8.1995	1	311	3,2
		7.10.1996	6	330	1,7
		7.10.1996	1	232**	0,6
		20.8.2013	6	327	6,4*
		20.8.2013	lisätty Hk	159	0,0*
Halsua	1993	22.8.1996	1	237	1,7
		22.8.1996	6	255	0,5
		28.8.2013	7	262	3,1*
		28.8.2013	8	278	1,6*
Muhos	1993	24.8.1994	alkuperäinen Hk	222	0,1
		24.8.1994	uusi Hk	251	0,2
		24.8.1994	18	174	0,1
		24.8.1994	6	195	0,2
		24.8.1994	1	268	4,9
		9.9.1996	lisätty Hk	240	0,1
		9.9.1996	6	204	0,4
		9.9.1996	1	207	2,0
		4.6.2014	6	215	0,7*
		4.6.2014	14	217	1,9*
Jyväskylä	1994	20.9.1994	alkuperäinen Hk	224	0,2
		20.9.1994	18	229	0,5
		20.9.1994	6	225	0,6
		20.9.1994	1	249	3,4
		21.8.2013	6	223	0,5*
		21.8.2013	11	240	1,2*
		21.8.2013	19	232	1,4*
Loimaa	1994	29.9.1995	alkuperäinen Hk	202	0,0
		3.7.1996	6	205	0,2
		3.7.1996	1	248	4,7
		24.10.2013	6	221	1,6*
		24.10.2013	9	225	3,2*
		24.10.2013	11	232	3,8*
		24.10.2013	14	251	3,7*
Turku	1994	24.10.2013	22	222	2,0*
		22.9.1994	18	203	0,2
		22.9.1994	6	206	0,4
		22.9.1994	1	255	4,7
		4.7.1996	6	210	0,2
		4.7.1996	1	254	2,9
		17.9.2014	6	229	1,8*

** matto ja hiekka vaihdettu kotipesään keväällä 1996.

Taulukossa 2 on esitetty vuosina 1995–1996 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen hiekkänäytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.

Taulukko 2. Vuosina 1995–1996 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen täyttöhiekka-näytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.

Kenttä	Valmistumis- vuosi	Näytteenotto- ajankohta	Mittauspiste	Hiekka Rakeisuusluku H	Hienoainesmäärä (< 0,074 mm) / (< 0,063 mm*) [%]
Imatra	1995	10.7.1995	lisätty Hk	310	1,6
		10.7.1995	18	229	0,8
		10.7.1995	6	223	0,5
		10.7.1995	1	261	4,9
		11.7.1996	1	251	3,5
		31.7.2014	6	241	1,8*
		31.7.2014	9	292	9,2*
Kankaanpää	1995	20.6.1996	alkuperäinen Hk	216	0,0
		20.6.1996	6	203	0,6
		20.6.1996	1	222	4,0
		19.8.2013	6	214	1,9*
		19.8.2013	8	211	1,4*
		19.8.2013	11	203	0,8*
		19.8.2013	14	199	0,7*
		19.8.2013	18	236	4,3*
		19.8.2013	19	227	3,0*
		19.8.2013	lisätty Hk	169	0,0*
		13.7.1995	lisätty Hk	231	0,1
Pattijoki	1995	13.7.1995	18	203	0,2
		13.7.1995	6	207	0,3
		13.7.1995	1	235	3,5
		10.9.1996	6	222	0,5
		10.9.1996	1	248	5,1
		3.6.2014	6	237	1,3*
		3.6.2014	9	235	1,6*
		3.6.2014	14	254	3,1*
		3.6.2014	19	248	5,2*
		5.6.2014	14	255	5,0*
Siilinjärvi	1995/2011	5.6.2014	20	223	1,0*
		5.6.2014	14	255	5,0*
Haapajärvi	1996	5.9.1996	1	252	4,2
		5.9.1996	6	201	0,1
		27.8.2013	6	208	1,0*
		27.8.2013	11	220	1,4*
		27.8.2013	19	214	0,5*
Hamina	1996	7/1996	alkuperäinen Hk	203	0,0
		7/1996	1	243	3,7
		31.7.2014	6	237	3,2*
Koskenkorva	1996	19.8.1996	6	203	0,3
		19.8.1996	1	222	1,3
		30.8.2013	6	219	1,0*
		30.8.2013	8	247	4,4*
		30.8.2013	9	223	2,6*
		30.8.2013	19	210	0,3*
Oulu	1996	2.9.1997	17	216	0,5
		2.9.1997	6	221	0,3
		3.6.2014	6	242	1,1*
		3.6.2014	14	257	6,8*
Ylihärmä	1996	21.8.1996	lisätty Hk	198	0,0
		21.8.1996	6	201	0,2
		21.8.1996	1a	248	2,9
		21.8.1996	1b	268	6,2
		29.8.2013	6	213	0,9*
		29.8.2013	11	234	3,1*
		29.8.2013	15	229	2,4*
		29.8.2013	19	204	0,3*
		29.8.2013	21	225	1,9*
		29.8.2013	21	225	1,9*

Taulukossa 3 on esitetty vuosina 1997–2014 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen hiekkänäytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.

Taulukko 3. Vuosina 1997–2014 valmistuneilta kentiltä otettujen tekonurmen täyttöhiekkänäytteiden rakeisuusluvut ja hienoainesmäärät eri mittauspisteissä.





Kenttä	Valmistumis- vuosi	Näytteenotto- ajankohta	Mittauspiste	Hiekka Rakeisuusluku H	Hienoainesmäärä (< 0,063 mm) [%]
Pori	1997	6.8.2014	6	227	1,2
Kouvola	1998	31.7.2014	6	221	3,4
Joensuu	2004	30.7.2014	6	239	2,1
		30.7.2014	11	222	0,8
		30.7.2014	Hk kentän laidalta suursäkistä	181	0,1
Lappeenranta	2007	30.7.2014	6	221	2,6
Hyvinkää	2008	22.8.2013	6	207	0,6
Vihti	2010	22.8.2013	6	180	0,7
Vimpeli	2012	22.8.2013	2	252	4,0
		22.8.2013	6	216	0,2
Alajärvi	2012	28.8.2013	6	191	0,1
Kiiminki	2012	4.6.2014	6	207	0,2
Haapajärvi	2014	2.6.2014	Hk kentän reunalta	135	0,0
Viinijärvi	2013	28.7.2014	6	196	0,1

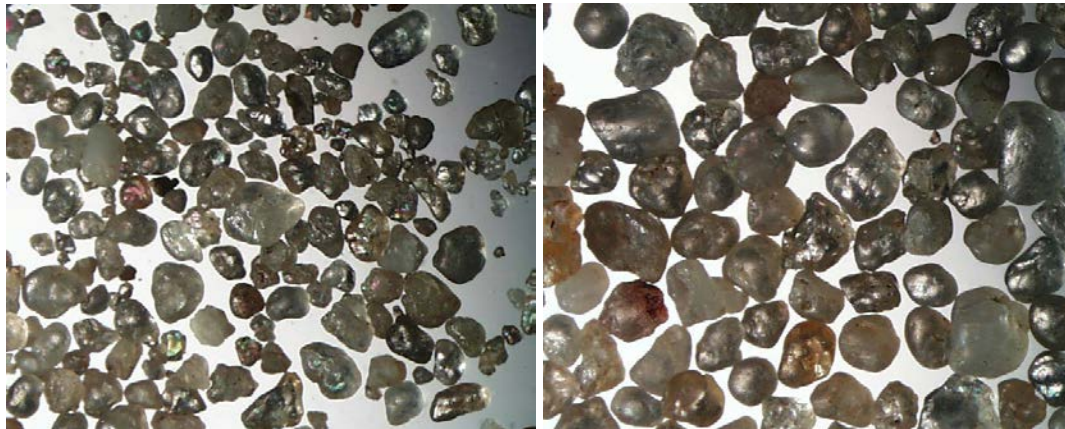
3.2 Hiekan raemuoto

Kenttää käytettäessä ja hoidettaessa hyvin pyöristynyt hiekka kuluttaa vähemmän tekonurmen nukkaa kuin terävasärmäinen hiekka. Hyvin pyöristynyt hiekkakerros nukan lomassa pitää kentän myös pinnaltaan hoidettavana, jolloin pinta ei kovetu (iskostu tiiviiksi). Pyöreäsärmäinen hiekka toimii ikään kuin kuulalaakerina. Hiekkatekonurmen jousto-/iskunvaimennusominaisuudet perustuvat osittain tasarakeisen pyöreämuotoisen hiekan ”pehmeeseen”. Kulmikkaat hiekkarakeet sitä vastoin asettuvat lähemmäksi toisiinsa ja kulutuksen alla hienonevat helpommin kuin pyöristyneet rakeet. Hiekan hienonemisen seurauksena pintakerros lujittuu (kovenee) ja sen huokostila pienenee (vedenläpäisevyys huononee). Nukan juureen iskostuu vaikeasti hoidettava, alkuperäisestä hiekasta hienontunut kerros.

Taulukossa 4 on esitetty hiekkatekonurmihiekan jako kelpoisuusluokkiin raemuodon perusteella. Kuvissa 8-10 on esitetty mikroskooppikuvat hyvin pyöristyneestä (kelpoisuusluokka 1, raekoon 0,5/1 mm valumisaika 23,8 s) hollantilaisesta kvartsihiekkasta ja terävasärmäisestä murskatusta kiviaineksesta (kelpoisuusluokka 4, 0,5/1 mm valumisaika 33,0 s) ja Vihdin pesäpallokentän hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3, 0,5/1 mm valumisaika 26,6 s).

Taulukko 4. Hiekan kelpoisuusluokat (Jäniskangas ym. 1996).

Raemuoto / Kelpoisuusluokka	Hiekan raemuoto	Sopivuus
Teräväsärmäinen / 4		Ei sopiva
Osittain teräväsärmäinen / 3		Ei sopiva
Osittain pyöristynyt / 2		Sopiva
Hyvin pyöristynyt / 1		Erittäin sopiva

**Kuva 8.** Mikroskooppikuvat hollantilaisesta kvartsihiekestä. Vasemmalla raekoko 0/1 mm (valumisaika flow cone -testissä 20,4 s) ja oikealla raekoko 0,5/1 mm (valumisaika flow cone -testissä 23,8 s).



Kuva 9. Mikroskooppikuva murskatun kiviaineksen raekoosta 0,5/1 mm (valumisaika flow cone -testissä 33,0 s).



Kuva 10. Mikroskooppikuva Vihdin pesäpallokentän hiekan raekoosta 0,5/1 mm (valumisaika flow cone -testissä 26,6 s).

Flow cone -mittauksissa ilmenee raemuodon/pinnan sileyden vaikutus valumisaikaan selvästi; hyvin pyöristyneen hiekan (raekoko 0,5/1 mm) valumisaika on 23,8 s ja teräväsärmäisen murskeen (raekoko 0,5/1 mm) valumisaika on 33,0 s. Puhtaan teräväsärmäisen kalimaasälpämurskeen (raekoko 0,5-1 mm) valumisaika on 36,5 s.

Hyvin kulutusta kestävien hiekkojen päämineraali on kvartsi, jonka kovuus Mohsin asteikolla on 7. Yleisesti hiekoissa esiintyvien maasälpien kovuus on 6. Tutkitut hiekkatekonurmihiekat ovat pääosin sileäpintaisia ja pallomaisia. Syynä tähän on kiteisestä kallioperästämme kuluneiden mineraalien (kvartsi, maasälvät) kovuus sekä erityisesti jääkausien vaikutus, jolloin jää murskasi ja hieroi kiviainesta sekä yhdessä sulamisvirtojen kanssa pyöristi sitä.

Liitteissä 1-30 on eri kentiltä otetuista hiekkänäytteistä ja niistä seulotusta raekoosta 0,5-1 mm esitetyt mikroskooppikuvat sekä silmämääräisesti ja flow cone -testin valumisajan mukaan määritetyt kelpoisuusluokat. Raekoko 0,5-1 mm oli tutkituissa näytteissä vallitseva (42–69 %). Yhdellä kentällä (Ikaalinen) raekokoa 0,5-1 mm oli

kuitenkin vain 14 %. Flow cone -mittauksissa tulee tarkemmin esille hiekkojen väliset erot rakeiden pyöreyydessä ja pintarakenteessa (taulukko 5). Pyöreärakeisimmat täyttöhiekat (pienimmät flow cone -testin valumisajat) ovat Haapajärven (vanha), Halsuan, Kiimingin, Muhoksen, Oulun, Pattijoen ja Vimpelin kentillä. Vanhoilla Haapajärven (valm. v. 1996), Muhoksen (valm. v. 1993) ja Pattijoen kentillä nukan kulumista on tapahtunut mittauspisteessä 6 noin 3...5 mm. Tutkittujen hiekkojen raemuodolla ei näyttäisi olevan vaikutusta nukan kulumiseen etukentän mittauspisteessä 6. Kotipesässä kovan hiertävän kulutuksen alla raemuodolla on todennäköisesti vaikutusta nukan kulumiseen/katkeiluun.

Taulukko 5. Pesäpallokenttien hiekan flow cone -testin valumisajat mittauspisteessä 6.

Pesäpallokenttä	Valumisaika [sek]	
	Koko hiekka 0/2 mm	Raekoko 0,5/1 mm
Alajärvi	23,5	25,5
Haapajärvi, vanha hiekkatekonurmi	22,4 ^{***)}	23,4
Haapajärvi, uusi hiekkatekonurmi	26,6	25,9
Halsua (piste 8)	21,1 ^{*****)}	24,2
Hyvinkää	24,5	25,6
Ikaalinen	24,9 ^{*****)}	
Imatra	23,9	25,7
Hamina	23,5	25,3
Joensuu	23,3	26,3
Jyväskylä	24,6 ^{***)}	23,4
Kankaanpää	25,5	25,7
Kiiminki	22,8	24,4
Koskenkorva	23,7	26,1
Kouvola	24,0	25,7
Lappeenranta	24,2	26,1
Loimaa	24,8	25,8
Muhos	21,9	24,1
Oulu	21,6	24,1
Pattijoki	22,0	23,4
Pori	23,2	25,2
Siilinjärvi, piste 20	25,3	26,3
Turku	23,2	24,8
Vihti	25,8 ^{*)}	26,6
Viinijärvi	23,2	24,7
Vimpeli	22,3 ^{**))}	24,7
Ylihärmä	24,4	26,0

^{*)} yli 1 mm rakeita 35 %, ^{**))} yli 1 mm rakeita 22...23 %, ^{***))} alle 0,5 mm rakeita 27...28 %, ^{*****)} alle 0,5 mm rakeita 76 %, ^{*****)} alle 0,5 mm rakeita 59 %.

3.3 Tekonurmimaton nukka

Pesäpallokentillä on käytetty kahta erilaista nukkatyyppiä (kuva 11). Fibriloitu nukkalanka eli ”verkkolanka” valmistetaan n. 10–15 mm levyiseksi teipiksi, johon tehdään viiltoja (fibrilointi). Nukan pää avautuu kun täyttöaine lisätään ja kenttää harjataan. Monofilamenttilanka on valmistettu yksittäisistä säikeistä, joita on kierretty yhteen. Nukkatyyppillä ei näyttäisi olevan vaikutusta nukan erilaiseen kulumiseen. Fibriloitu nukkalanka on nykyisin suosittu nukkatyyppi. Oikea nukkalangan pituus pesäpallokäyttöön on 32–33 mm (Suomen Pesäpalloliitto 2011). Nukkalangan raaka-aine on nykyisin yleisimmin polyeteeni. Aikaisemmin materiaali oli pääasiassa polypropeeni (= polypropyleeni). Polyeteenin haurastumislämpötila on -70...-110 °C ja polypropeenin haurastumislämpötila on -25 °C. Kuidun vahvuus on 100–120 micronia ja nukattiheys $> 14\,000$ iskua/m² (Suomen Pesäpalloliitto 2011).



Kuva 11. Nukkatyyppit. (Tekonurmiopas 2011).

Tekonurmen nukan kulumista tapahtuu kentän käytön ja hoidon seurauksena. Kotipesässä nukka kuluu hiertävän piikkarirasituksen takia hyvinkin nopeasti. Kotipesässä lyöjän ja lukkarin pelipaikalla mattoa voidaan joutua uusimaan 1-2 kertaa pelikaudessa. Lisäksi paikallisesti pesillä tapahtuu nukan kulumista. Esimerkiksi vuonna 1995 valmistuneen Pattijoen kentän ykköspesällä nukan pituus 30.8.2015 oli 14 mm. Kuluneet kohdat ovat kuitenkin pieniä, yleensä alle neliömetrin suuruisia alueita. Kokonaisuudessaan nukka kuluu kentällä vähän. Kuitenkin esimerkiksi Pattijoen ja vuonna 1996 valmistuneen Oulun kentällä nukka on kulunut kakkospuolen polttolinjalta (mittauspiste 14; kuluminen 8...12 mm) muita kenttiä selvästi enemmän. Tutkituilla vuonna 1995 valmistuneella Kankaanpään, vuonna 1994 valmistuneella Loimaan, vuonna 1993 valmistuneella Muhoksen ja vuonna 1995 valmistuneella Siilinjärven kentillä nukan kuluminen kakkospuolella (mittauspiste 14; kuluminen 3...7 mm) on Oulun ja Pattijoen kenttiä vähäisempää. Kuvassa 12 on esitetty valokuva 25.5.1996 valmistuneen Koskenkorvan pesäpallokentän tekonurmen kohdasta (piste 6), josta on imuroitu hiekka pois 30.8.2013. Kuvasta 12 voidaan nähdä, että nukka on melko hyväkuntoista (nukan pituus 31 mm), tosin nukan pää

on hieman rispaantunut. Taulukossa 6 on esitetty kentiltä eri ajankohtina mitatut nukan pituudet.

Alajärven v. 2012 kesätauolla uusitun kentän lukkarin paikan nukan pituus oli vuoden 2013 elokuussa 24 mm. Vimpelin keväällä v. 2012 uusitun kentän lukkarin paikan nukan pituus oli vuoden 2013 elokuussa 19 mm. Lyöjän pelipaikalta kenttää oli jo paikat-
tu.



Kuva 12. Koskenkorvan hiekkatekonurmea (piste 6).

Taulukko 6. Pesäpallokenttien nukun pituudet eri mitauspisteissä vuosina 2013–2014.

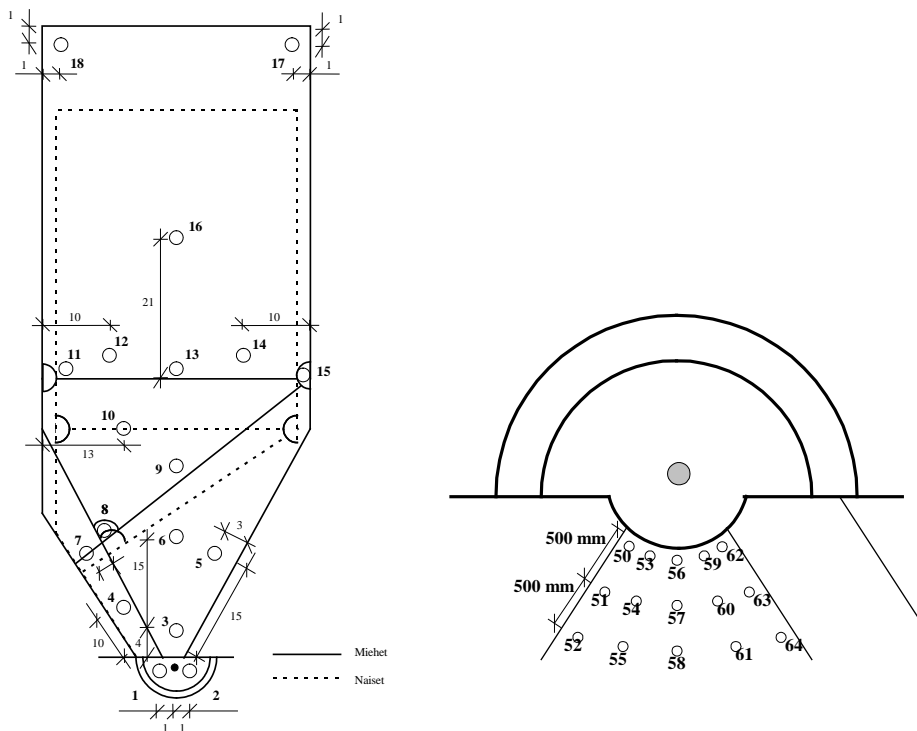
Nukan pituudet [mm]															
Kenttä	Uusi hiekka- tekonurmi [v]	Nukan pituus [mm]													
		Alkuperäinen	Piste 2 *)	Piste 6	Piste 7	Piste 8	Piste 9	Piste 11	Piste 14	Piste 15	Piste 18	Piste 19	Piste 20	Piste 21	Piste 22
Alajärvi	2012	33	24	33											
Haapajärvi	1996	33		29				28				31			
Halsua	1993	28			28	25									
Hamina	1996	33		26											
Hyvinkää	2008	33		30											
Ikaalinen	1988	25		16											
Imatra	1995	33		28			26								
Joensuu	2004	33		31			29								
Jyväskylä	1994	33		30				28				30			
Kankaanpää	1995	33		28		27		25	26		31	27			
Kiiminki	2012	33		33											
Koskenkorva	1996	33		31		14	30					32			
Kouvola	1998	33		27											
Lappeenranta	2007	33		29											
Loimaa	1994	33		29			28	27	30						31
Muhos	1993	33		30					29						
Oulu	1996	28		25					20						
Pattijoki	1995	33		27			27		21			31			
Pori	1999	33		27											
Siilinjärvi	1995/2011	33							26				32		
Turku	1994	33		27											
Vihti	2010	33		31											
Viinijärvi	2013	33		33											
Vimpeli	2012	33		33											
Ylihärmä	1996	33		32				30		30		32		29	

*) lukkarin pelipaikka

3.4 Kentän jousto-ominaisuudet

Kentän kovuus/kimmoisuus vaikuttaa pomppulyönnin käyttöön vaihtelyöntinä. Kovan kentän ja kimmoisan pallon yhdistelmä voi mahdollistaa myös kotiutuksen esim. keskipompulla. Kentän rakenne vaikuttaa omalta osaltaan pelin luonteeseen; mikä merkitys ”pomppupelillä” on pesäpallossa. Kenttää on pystyttävä mittaamaan, jotta pelin kehittäminen kontrolloidusti haluttuun suuntaan on mahdollista. Kenttämittauksella on mahdollista kontrolloida kentän jousto-ominaisuuksia ja määrittää raja-arvot kentän kimmoisuudelle. Loadman -pudotuspainolaitteella on mitattu hyviltä hiekkatekonurmipinta-aisilta pesäpallokentiltä 90–110 MPa joustomoduuli-arvoja (Hiekkatekonurmiopas 1997).

Tässä tutkimuksessa kenttien joustomittaukset tehtiin Loadman -pudotuspainolaitteella 18 pisteestä ja etukentän pomppualueelta 15 pisteestä kuvassa 13 esitetyn vakiokaavion mukaisesti.



Kuva 13. Pudotuspainolaitemittausten mittauspisteet kentällä ja pomppualueella.

Taulukoissa 7-12 on esitetty pesäpallokentillä eri aikoina mitattujen joustomoduulien (E_2) keskiarvot. Kentät on jaoteltu taulukoihin valmistumis-/uusimisvuotensa perusteella. Vuosina 2013 ja 2014 mitattujen 30 pesäpallokentän joustomoduulien (E_2) keskiarvo kenttäalueelta oli 100,8 MPa ja pomppualueelta 104,9 MPa. Taulukosta 10 voidaan nähdä, että Pattijoen kenttä on muita kenttiä selvästi jäykempi (suurin joustomoduuli-arvo). Kentän pohja on tehty Ruukin kuonasta, jolla on hydraulisia sitoutumisominaisuuksia.

Vuosina 1994–1996 valmistuneiden kymmenen mitatun pesäpallokentän joustomoduuli (E_2) oli valmistumisvuonna 85,9 MPa. Vastaavien kenttien joustomoduuli (E_2) vuosina

2013–2014 tehdyissä mittauksissa oli 110,2 MPa. Taulukoissa 9, 10 ja 11 esitettyjen mit-taustulosten mukaan näiden kenttien joustomoduuli on kasvanut noin 25 MPa.

Taulukko 7. Vuonna 1987 valmistuneen Ikaalisten pesäpallokentän joustomittaustulokset.

Kenttä (valm. vuosi)	Mittausajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Ikaalinen (1987)	28.8.1995	77,0	15,6	80,7	6,3	0,3
	7.10.1996	81,4	11,4	87,2	6,7	2,9
	21.8.2013	76,0	15,2	79,5	5,4	1,5

Taulukko 8. Vuonna 1993 valmistuneiden pesäpallokenttien joustomittaustulokset.

Kenttä (valm. vuosi)	Mittausajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Halsua (heinäkuu 1993)	5.9.1996	95,3	11,8	97,9	9,2	0,3
	28.8.2013	84,1	11,1	105,1	5,9	0,2...0,7
Muhos (1993)	24.8.1994	94,2	14,1			0,2
	9.9.1996	106,8	14,9	98,4	6,2	0,5
	4.6.2014	81,6	8,4	89,6	2,3	0,3...0,5

Taulukko 9. Vuonna 1994 valmistuneiden pesäpallokenttien joustomittaustulokset.

Kenttä (valm. vuosi)	Mittausajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Jyväskylä (kesäkuu 1994)	20.9.1994	82,6	5,7			1,2
	17.9.1996	86,3	6,9	80,3	5,0	0,5
	21.8.2013	94,5	14,9	92,1	12,9	1,9...3,3
Loimaa (kevät 1994)	29.9.1995	93,4	10,1	96,5	8,7	sade
	11.10.1996	104,1	10,2	103,7	6,0	2,6
	15.10.2014	117,7	9,5	121,5	10,8	
Turku (toukokuu 1994)	22.9.1994	86,7	9,2			0,4
	4.7.1996	90,3	10,7	85,5	8,6	1,8
	17.9.2014	99,1	11,6	101,9	13,0	0,4

Taulukko 10. Vuonna 1995 valmistuneiden pesäpallokenttien joustomittaustulokset.

Kenttä (valm. vuosi)	Mittaus- ajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Imatra (22.5.1995)	10.7.1995	85,8	13,7			0,1
	3.10.1996	102,6	12,4	105,5	12,7	1,4
	31.7.2014	119,1	9,9	117,3	12,7	2,9
Kankaanpää (lokak. 1995)	29.10.1995	68,4	7,1			
	27.9.1996	97,3	13,9	88,0	7,9	2,4
	20.8.2013	104,6	13,7	103,1	14,6	2,8...9,7
Pattijoki (keväät 1995)	13.7.1995	107,2	17,2			0,2
	10.9.1996	138,6	28,1	135,4	13,9	0,2
	3.6.2014	134,0	29,0	204,5	43,6	0,1...0,5
Siilinjärvi (18.7.1995) (uusi etukenttä 2011)	14.9.1995	93,6	9,9	93,9	7,4	
	4.10.1996	92,0	12,8	86,9	4,6	5,8
	4.6.2014	78,6	6,7	73,3	3,2	1,4...2,5

Taulukko 11. Vuonna 1996 valmistuneiden pesäpallokenttien joustomittaustulokset.

Kenttä (valm. vuosi)	Mittausajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Haapajärvi (1996)	5.9.1996	98,4	13,7	92,5	6,6	0,1
	27.8.2013	106,7	15,7	103,8	8,7	0,1...0,3
Hamina (9.5.1996)	3.10.1996	82,9	12,0	90,3	8,0	1,4
	31.7.2014	121,3	13,1	127,1	8,6	0,1
Koskenkorva (25.5.1996)	20.9.1996	95,1	15,1	91,8	6,9	
	30.8.2013	114,6	13,8	112,9	11,8	0,1...0,7
Oulu, Raksila (lokak. 1996)	5.10.1996	68,1	6,2	67,9	4,6	
	29.8.1997	103,5	4,6	102,1	9,8	1,8
	3.6.2014	125,9	12,0	130,7	10,3	0,1...0,4
Ylihärmä (12.5.1996)	20.9.1996	83,4	10,3	84,4	6,1	
	29.8.2013	82,8	6,6	88,5	6,5	0,4...1

Taulukko 12. Vuosina 1997-2014 uusittujen/valmistuneiden pesäpallokenttien joustomittauks-
tulokset.

Kenttä (valm. vuosi / uusittu hiekkatekonurmi)	Mittausajankohta	Joustomoduuli E ₂ [MPa]				Kost. %
		Kenttä		Pomppualue		
		Ka.	Kh.	Ka.	Kh.	
Pori (1997)	6.8.2014	91,9	9,9	89,8	13,8	0,2
Kouvola (1998)	31.7.2014	113,7	11,0	121,0	13,6	1,2
Kempele (1999)	3.6.2014	94,8	12,5	99,2	8,9	
Rauma (2001)	3.9.2014	119,5	13,4	114,2	11,6	
Joensuu (2004)	30.7.2014	116,8	10,3	114,9	7,1	2,4
Lappeenranta (2007)	30.7.2014	112,1	15,3	117,5	10,7	5,3
Hyvinkää (uusittu 2008)	22.8.2013	119,4	15,5	106,2	27,7	1,6
Lapua (uusittu 2008)	29.8.2013	91,0	10,7	97,5	10,0	
Sotkamo (uusittu 2009)	5.6.2014	96,4	12,1	106,1	3,6	
Vihti (uusittu 2010)	22.8.2013	95,3	10,1	85,1	8,5	0,6...1,0
Vimpeli (uusittu 2012)	28.8.2013	110,7	14,3	120,7	11,4	0,3...1,2
Alajärvi (uusittu 2012)	28.8.2013	104,3	17,3	104,5	5,9	0,1
Kiiminki (uusittu 2012)	4.6.2014	78,4	10,6	80,7	5,5	0,7
Kitee (uusittu 2013)	31.7.2014	89,1	5,5	84,6	4,1	
Haapajärvi (uusittu 2014)	2.6.2014	76,7	7,9	77,0	5,2	
Viinijärvi (uusittu 2013, käyttöön keväällä 2014)	28.7.2014	79,8	7,6	79,1	4,5	5,0

Kenttärakenteen jouston muutos tapahtuu pääosin ensimmäisen vuoden aikana, jolloin rakenne tiivistyy ajan, sään ja kuormituksen vaikutuksesta. Mittaustuloksista voidaan päätellä, että lähes kaikkien kenttien joustomoduuleissa on tapahtunut kasvua verrattuna aikaisempiin mittauksiin. Kentät ovat siis pääsääntöisesti muuttuneet hieman kovemmiksi. Poikkeuksen tekevät Muhoksen ja Halsuan kenttien joustomoduuliarvot, jotka ovat pienempiä kuin aikaisemmissa mittauksissa. Näillä kentillä nukka oli kokonaan hiekan peitossa ja hiekka oli hyvin pyöreärakeista (kelpoisuusluokka 1-2).

3.5 Kentänhoito

Kenttienhoitajille tehtiin kyselytutkimus kenttien hoitotoimenpiteistä. Tutkimuksesta saadut vastaukset on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien kenttinhoitajille tehdyn kyselytutkimuksen tulokset.

KYSELYTUTKIMUS KENTTIENHOITAJILLE												
Kentän hoitotoimenpiteet												
Kenttä	Ra- ken- net- tu [v]	1. Hiekkatekonurmen harjaus						2. Puhdistus erikoiskoneel- la (imuri)		3. Hiekan lisäys	Kentän ved.läp. E=erinomainen H=hyvä T=tydyttävä Hu=huono	Kentän tasaisuus
		harjalanalla krt/vk	poikkisuun- taisesti	pituussuun- taisesti	kulmasta kulmaan	hoitomattola		Kyllä	Ei			
Loimaa	1994	3	x	x	x	Ei			Ei	1000 / 2v	H	hyvä
Ylihärmä	1996	7		x	x	Ei		Kyllä / 5v ¹⁾		50 kottikärr.	H, Hu (ennen imur.)	hyvä
Oulu	1996	²⁾	x	x	x	1 krt / pv			Ei	Ei tietoa	H	hyvä
Haapajärvi	1996	³⁾	x	x	x	1 krt / pv		Kyllä / ⁴⁾		2000	E	hyvä
Hamina	1996	7	x	x	x			Kyllä / 2-3v		1000 / 2 v	H	hyvä
Imatra	1995	7	x	x	x	Kyllä ⁵⁾		Kyllä / 1v		Tarpeen mukaan	H	tydyttävä
Turku	1994	7	x	x	x	Ei			Ei	2000-3000	H	tydyttävä
Jyväskylä	1994	7	x	x	x	Ei		Kyllä / 1v		2000-3000	Hu	huono
Siilinjärvi	1995	1		x	x	1/pv			Ei	Etuk. 300-400	H(etuk.), T(takak.)	hyvä(etuk.) tyyd.
Hyvinkää	2008	1-3	x	x	x	1/pv		Kyllä		2000	E	hyvä
Kankaanpää	1995	7		x	x	Ei		Kerran		Ei	H	hyvä
Koskenkorva	1996	4-5	x	x	x	Ei			Ei	n. 1 krt / 2v	H, E	tydyttävä
Pattijoki	1995	1	x	x	x	Ei		Kyllä / 1v ⁶⁾		3000	H	hyvä
Vihti	2010	7	x	x	x	Ei				15000 / 3v	E	tydyttävä
Sotkamo	2009	14	x	x	x	Ei		Tulossa		4000	H	tydyttävä
Lapua	2008	7	x	x	x	Ei		Tarpeen mukaan		8500	E	hyvä ⁷⁾

¹⁾ huomattava ero (ei tarkkaa tietoa)

²⁾ kun on vesisade

³⁾ vain keväällä

⁴⁾ viiden vuoden aikana kahdesti tehty syväpuhdistus, vaikutussyvyys 1 cm

⁵⁾ kostealla kentällä tarvittaessa, matolla kuivataan. Huom! Matot huonoja

⁶⁾ joka kevät, vaikutussyvyys 2 cm

⁷⁾ huomio: näkyy saumoja

Kenttien harjaus tapahtuu yli puolella kentistä joka päivä harjalanalla. Kenttien harjauksen perussuunnat ovat: pituussuuntaisesti, poikittaissuuntaisesti ja diagonaalisesti kulmasta kulmaan. Harjaamisen tavoitteena on saada nukkalanka pystyyn ja samalla vaikuttaa hiekan tasaisuuteen nukan lomassa. Sen sijaan hoitomaton lanauksella ei ole pintaa avaavaa vaikutusta. Kentän hoitotavaksi riittää pehmeämpi harjaustapa joko kookosmatolla tai tekonurmimatolla, kun hiekka on jakautuneena tasaisesti koko kenttäalueelle. Päähoitotapa on kuitenkin harjalanaus, joka toimii pinnan kuohkeuttajana ja hiekan siirtäjänä. Näin saadaan esimerkiksi pesäpallossa syntyvät virhepomppuja aiheuttavat pallon jäljet poistettua.

Kenttien pinta kovenee, jos hiekka on hienontunut ja tiivistynyt liiaksi. Tällöin myös kentän vedenläpäisy heikkenee. Säännöllinen puhdistus harjaus- ja imulaitteella nostaa taittunutta nukkaa pystyyn, imee hiekan ja palauttaa puhdistetun hiekan (poistettu epäpuhtaudet ja hienoaines) takaisin kentälle. Yhden kentänhoitajan mielestä kentän imurointi vaikuttaa selvästi kenttään, mm. vedenläpäisevyyttä parantavasti. Lisäksi joidenkin kentänhoitajien arvio on, että em. toimenpiteen syvyysvaikutus on 1-2 cm.

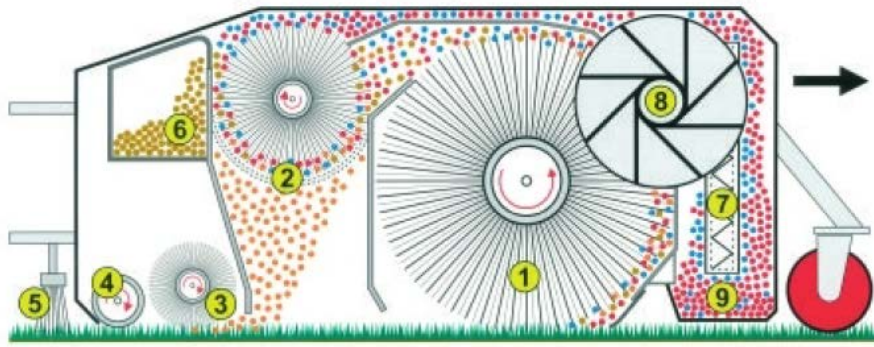
Kuvassa 14 on esitetty yksi hiekkatekonurmen hoitolaite (hintaa n. 20 000 euroa + alv.). Laite poistaa roskat ja muut epäpuhtaudet. Pääharja nostaa irtonaisen täyttöhiekan ylös, erotteluharja ja puhallus erottavat roskat hiekasta, joka palautuu takaisin nurmen pinnalle. Toimenpide voidaan tehdä 1-2 kertaa vuodessa vuosihuollon yhteydessä.

Kuvassa 15 on esitetty erään hiekkatekonurmen puhdistukseen kehitetyn erikoiskoneen periaatekuva.

Hiekkatäytön uusiminen eli kentän peruskorjaus suoritetaan tarvittaessa ja vain kerran kentän käyttöiän aikana. Kuvassa 16 on esitetty yksi hiekanpoistolaitteisto.

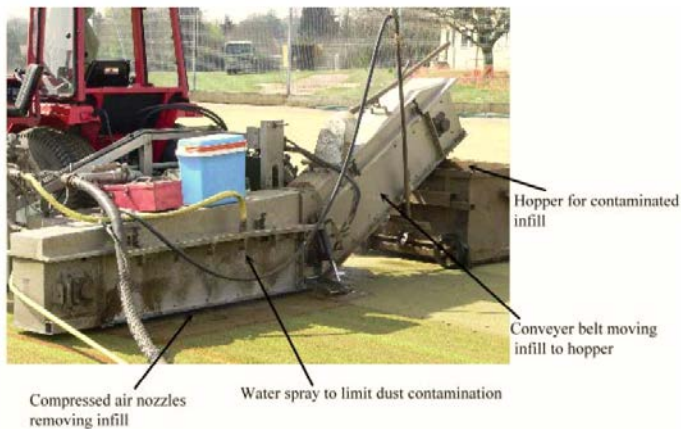


Kuva 14. Hiekkatekonurmen hoitolaite.



Kuva 15. Erään puhdistuskoneen periaate. Kone harjaa (1) tallaantunutta nurmea pystyyn, nostaa täyteaineen, joka sisältää hiekkaa sekä epäpuhtauksia ja hienoaaineksia. Materiaali erotellaan sihdin läpi (2), jonka jälkeen puhdistettu hiekka laskee takaisin tekonurmi-kenttään, ja sen jälkeen sitä tasataan harjan avulla (3) ja painetaan kevyesti tekonurmeen painotelan avulla (4). Sen jälkeen pintaharja tasaa pintakerroksen. Isoimmat roskat jäävät koneen karkearoskasäiliöön (6) ja pölypartikkelit ja muut epäpuhtaudet ime-tään (7) pölysuodattimeen pölyimurilla. Karkearoskasäiliö (6) sekä pölysuodatinlaa-tikko (9) tyhjenetään sovittuun paikkaan.

http://www.suomenratahuolto.fi/images/stories/RATAHUOLTO_tekonurmi.pdf



Kuva 16. Hiekan poisto paineilmatöimisellä imurilla (McLeod 2008).

Jokapäiväisellä harjauksella ei näyttäisi olevan vaikutusta nukan kulumiseen. Sen sijaan harvemmin harjatuilla kentillä (Oulu, Pattijoki) nukka näyttäisi kuluvan enemmän kuin päivittäin harjatuilla kentillä. Tärkeää on tehdä harjaus harjalanalla vuoropäivin eri suuntiin, jolloin nukkalanka pysyy paremmin pystyssä. Imurointi kuohkeuttaa pintaa, jolloin alusta on joustavampi juosta. Imuroinnin vaikutusta eri kentillä tutkittiin imuroimalla hiekka tekonurmesta halkaisijaltaan 200 mm alueelta ja harjaamalla hiekka takaisin imuroidulle alueelle. Vaikutusta ennen ja jälkeen em. toimenpidettä mitattiin Loadman -laitteella. Mittaustuloksissa vaikutus oli selvä; jousto-ominaisuudet paranivat. Toisaalta pallo nousee kentän pinnasta matalammalle kuin ennen em. hoitotoimenpidettä.

Hiekkatekonurmen nukka kuluu kotipesässä etenkin lyöjän, mutta myös lukkarin pelipaikalta nopeasti ja lisäksi epätasaisesti. Silmämääräisesti arvioiden myös pienehköt pesien alueet, joilla on suurin kuormitus kuluvat muuta kenttää selvästi enemmän. Syynä nopeaan kulumiseen on pienelle alueelle kohdistuva hiertävä piikkarirasitus. Kentänhoitajien mukaan tekonurmimattoa kentillä uusitaan näiltä pelipaikoilta sen mukaan, kun kulumia on ilmennyt. Kovan kulutuksen alueilla olisi syytä kiinnittää erityishuomiota hiekan kulumuskestävyyteen. Hiekan hienonemisen takia voi olla perusteltua vaihtaa hiekka tietyltä alueelta (esim. kotipesä). Tarvittaessa voidaan käyttää jopa ulkomaista, pyöreärakeista kvartsihiekkää, jotta tekonurmimaton kulumisen vähenisi. Nukan pituus eri mittauspisteissä antaa tietoa nukan kulumisesta.

Pinnan ominaisuuksien säilyttämiseksi on tärkeää tehdä säännöllisiä kenttätarkastuksia muutosten (hiekan rakeisuudessa, nukan pituudessa, kentän joustossa) havaitsemiseksi ja kentän hoidon ohjaamiseksi. Samoin on syytä tarkkailla tekonurmimaton saumakohtia varsinkin kotipesässä. Avoimet saumakohdat aiheuttavat pelaajille vammariskin. Saumojen liimauksien pitää olla kunnossa, koska esimerkiksi pelaajan syöksyessä pesille tai pallontavoitteluun kädet eivät saa painua sauman alle. Kentän paikkaukset pitää tehdä huolellisesti, että paikatut kohdat ei aiheuta kenttään minkäänlaisia ”kynnyksiä”.

Kentän hoito- ja kunnostustoimenpiteistä kannattaa pitää päiväkirjaa, joka voi toimia myöhemmin hoitoa ohjaavana ohjeena. Esimerkiksi kookosmaton käyttöä ei ole todettu hyväksi. Kookosmatto ei tasoi hiekkaa riittävän hyvin kovan kulutuksen jäljiltä. Hiekan pitää olla hyvin nukan juuressa asti eikä nukka saa taittua hiekan alle. Pelillisesti liika hiekkamäärä (ylitäyttö) aiheuttaa kentästä aiheutuvia virhepomppuja. Pystyssä oleva nukka (nukkaa näkyvissä 1...3 mm) pitää hiekan paikallaan ja pelilliset ominaisuudet hyvinä.

Joillakin kentillä hiekka oli epätasaisesti jakautunut; esimerkiksi osassa kenttää oli ylitäyttöä ja osassa nukka näkyi esim. 2...3 mm. Hiekan epätasainen jakautuminen kentällä vaikuttaa etenkin pallon käyttäytymiseen (vierintä, virhepomput). Kenttää pitää harjata usein, koska hiekka siirtyy käytön aikana.

Vanhoilla kentillä tekonurmen uusiminen voi olla ajankohtainen turvallisuussyistä. Esimerkiksi pinnan epätasaisuus synnyttää pallon vaarallisia virhepomppuja. Kentän rakennekerrosten ja salaojituksen uusiminen voi olla perusteltua, jos kentän vedenläpäisykyky sateen jälkeen on heikko.

3.6 Kentän pelattavuus

Pesäpalliloilijoille tärkeimpiä ominaisuuksia ovat pallon ja alustan välinen käyttäytyminen sekä pelaajan piikkarin ja pelialustan välinen käyttäytyminen.

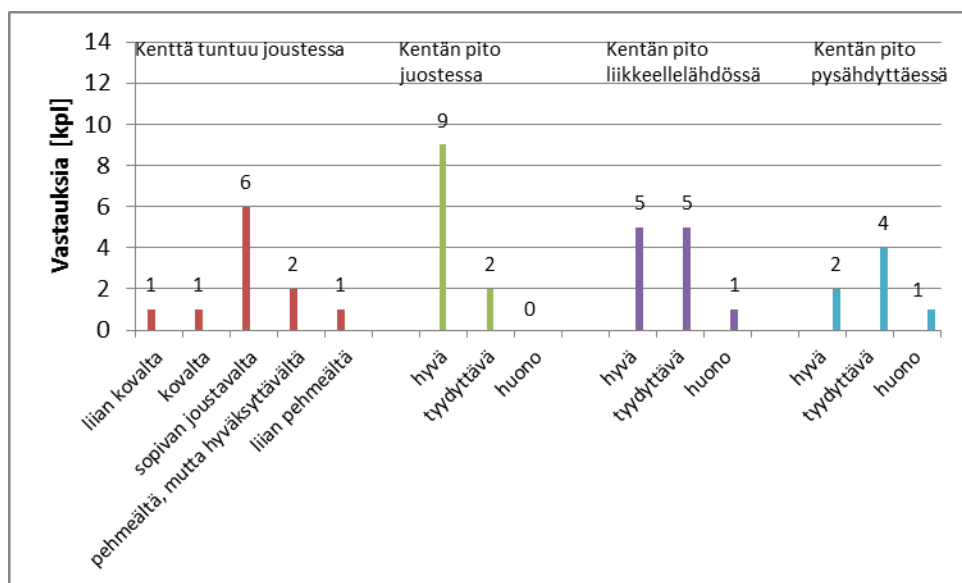
Taulukossa 14 on esitetty pelaajien mielipiteet kotikenttensä jousto- ja kitkaominaisuuksista sekä taulukossa 15 pallon käyttäytymisestä kentällä. Kuvissa 17 ja 18 on esitetty yhteenveto pelaajien vastauksista pylväsdigrammeina. Kahden pelaajan mielestä

Pattijoen ja Kouvolan kentät ovat liian kovia. Jyväskylän vuonna 2014 uusittu kenttä (2 vastausta) koettiin liian pehmeäksi molempien pelaajien mielestä. Jyväskylän kentällä pelaajien mielestä pomppulyönnissä pallo nousi liian matalalle ja vierii liian hitaasti. Arvioihin Jyväskylän kentän pehmeys vaikuttaa osittain sen uutuus. Kenttien pito juostessa ja liikkeellelähdoissä koettiin yleensä hyväksi ja pysähdyttäessä tyydyttäväksi. Joillakin kentillä oli pelaajien mielestä epätasaisuutta ("kumpareita", "aaltoilua"). Virhepomppuja kentillä esiintyi joko runsaasti tai silloin tällöin. Pelaajien mielestä kentällä ei saa olla liikaa hiekkaa (täystäyttö) eikä myöskään liian vähän hiekkaa. Nukkaa pitäisi olla näkyvissä jonkin verran (1...3 mm). Kentän tasaisuus vaikuttaa pelattavuuteen kentällä. Epätasainen alusta aiheuttaa virhepomppuja. Virhepomppuja esiintyy pelaajien mielestä runsaasti Vimpelin, Lapuan ja Sotkamon kentillä. Syynä tähän voisi vastauksista päätellen tulkita olevan liian suuri hiekkamäärä tai kentän epätasaisuus. Myös saumakohdat voivat aiheuttaa virhepomppuja. Uusi kenttä on pelaajasta usein liian pehmeä. Suuri merkitys kentän rakentamisen jälkeiseen kovuuteen on sillä, miten hiekka on asettunut tekonurmimaton nukan lomaan. Mikäli asennusvaiheessa ei ole tehty suuria virheitä, on todennäköistä, että kentän pinta tiivistyy melko nopeastikin kiinteydeltään pelaajia tyydyttävälle tasolle. Erään pelaajan mielestä pomppualue ei saa olla liian kova. Tällöin lyöjän lyöntitaidon merkitys pompussa pienenee, koska pallo nousee liian korkealle huomomallakin lyönnillä.

Taulukko 14. Pelaajille suunnattu kyselytutkimus iousto- ja kitkaominaisuuksista Kiteen, Kouvolan, Vimpelin, Jyväskylän, Lapuan ja Sotkamon kentistä.

Kenttä / vastaaja	Ra- ken- net- tu [v]	Kentän iousto- ja kitkaominaisuudet									
		Kenttä tuntuu juostessa					Kentän pito juostessa / liikkeellelähdössä / pysähtyessä				
		liian kovalta	kovalta, mutta hyväksyttävältä	sopivan joustavalta	pehmeitä, mutta hyväksyttävältä	liian pehmeitä	hyvä	tydyttävä	huono	hyvä	tydyttävä
Kitee /	2013										
1) pelaaja					X			X			
2) pelaaja											X
3) pelaaja		X									X
Kouvola /	1998		X								
4) pelaaja										X	
Vimpeli /	2012										
5) pelaaja				X			X				
Jyväskylä /	2014										
6) pelaaja				X			X				X
7) pelaaja						X		X			X
Lapua /	2008										
8) pelaaja				X			X			X	
9) pelaaja				X				X			X
Sotkamo /	2009										
10) pelaaja					X						X
11) pelaaja				X							X
12) pelaaja				X							X

1) kentällä on liian vähän hiekkaa
2) lukkari (kentällä on liian vähän/sopivasti hiekkaa)
3) koppari (kentällä on sopivasti hiekkaa)
4) "Kouvolan kenttä on pinnaltaan hyvä ja pallo kulkee hyvin. Monella kentällä pomppualue alkaa olla mielestäni liian kova. Ainakin nimenomaan Kouvolaassa ja Pattijoella lyöntitaidon merkitys pompassa on vähän pienempi, koska pallo nousee niin paljon kunhan lyönnin saa rajojen sisäpuolelle".
5) "Epätasainen"
6) kentällä liikaa hiekkaa. "Pomppualueen pitäisi olla kovempi kuin muu kenttä".
10) kentällä liikaa hiekkaa
11) KiPa 90

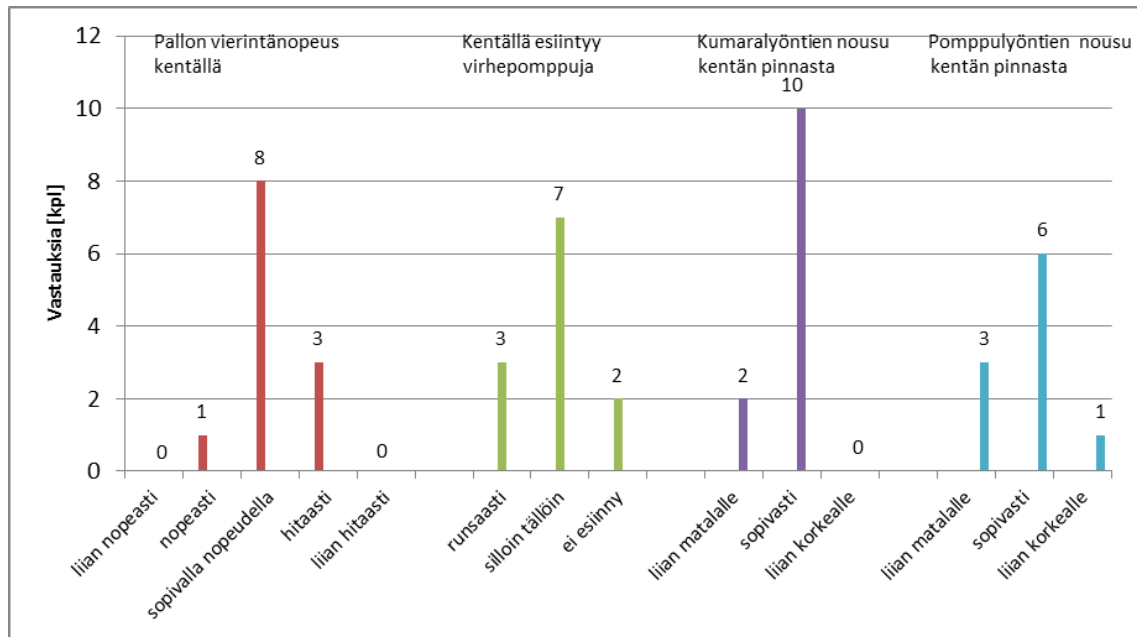


Kuva 17. Yhteenveto pelaajien mielipiteistä kenttien jousto- ja kitkaominaisuuksista.

Taulukko 15. Pelaajille suunnattu kyselytutkimus pallon käyttäytymisestä kentällä.

Kenttä / vastaaja	Ra- ken- net- tu [v]	Pallon käyttäytyminen kentällä					Kentällä esiintyy virhepomppuja				Kumuralyöntien nousu kentän pinnasta				Pomppulyöntien nousu kentän pinnasta			
		liian nopeasti	nopeasti	sopivalla nopeudella	hitaasti	liian hitaasti	runsaasti	silloin tällöin	ei esiinny	liian matalalle	liian korkealle	sopivasti	liian matalalle	liian korkealle	sopivasti	liian matalalle	liian korkealle	sopivasti
Kitee / 1) pelaaja 2) pelaaja 3) pelaaja	2013			X				X				X			X			X
					X			X				X			X			X
				X				X				X			X			X
Kouvola / 4) pelaaja	1998		X											X				
Vimpeli / 5) pelaaja	2012			X			X					X						
Jyväskylä / 6) pelaaja	2014				X													
					X													
Lapua / 8) pelaaja	2008			X				X										X
				X			X											
Sotkamo / 10) pelaaja	2009			X														X
				X														
11) pelaaja 12) pelaaja				X				X		X								X

1) kentällä on liian vähän hiekkaa
2) lukkari
3) koppari
4) "Kouvolan kenttä on pinnaltaan hyvä ja pallo kulkee hyvin. Monella kentällä pomppualue alkaa olla mielestäni liian kova. Ainakin nimenomaan Kouvola ja Pattijoen lyöntitaidon merkitys pomppussa on vähän pienempi, koska pallo nousee niin paljon kurhan lyönnin saa rajojen sisäpuolelle".
5) epätasainen
6) kentällä liikaa hiekkaa. "Pomppualueen pitäisi olla kovempi kuin muu kenttä".
10) kentällä liikaa hiekkaa
11) KiPa 90



Kuva 18. Yhteenveto pelaajien mielipiteistä koskien pallon käyttäytymistä kentällä.

3.7 Alustan merkitys vammojen synnyssä

Aikaisemmassa vuosina 1996–1997 tehdyssä pelaajille lähetetyssä kyselytutkimuksessa uudehkoilla kentillä syntyneiksi yleisimmiksi vammoiksi mainittiin nilkan nyrjähdykset. Muiksi vammoiksi mainittiin polvi- ja akillesjännevammat sekä erilaiset rasitusvammat. Osa pelaajista arvioi, että jalkavammat eivät välttämättä johdu kentästä. Mahdollisia syitä ovat esimerkiksi lihaksiston heikkous tai tottumattomuus alustaan, löysät nilkat ja jalkineiden sopimattomuus.

Taulukossa 16 on esitetty neljän joukkueen lääkärin ja kymmenen pelaajan sekä yhden seuran edustajan lokakuussa 2014 lähetettyyn kyselytutkimukseen antamat vastaukset. Tuloksista voidaan päätellä, että vammoja esiintyy, mutta niitä ei voi kohdentaa kentästä johtuviksi. Oikein toteutetulla lihaskuntoharjoittelulla sekä alku- ja jälkiverryttelyillä vähennetään rasitusvammoja ja ylikuormitustiloja merkittävästi.

4 HIEKKATEKONURMEN ELINKAARI

Tehdyn tutkimuksen mukaan pesäpallokentällä tekonurmen nukan kuluminen on pääosin luokkaa alle 0,4 mm/v. Pienehkö nukan kuluminen merkitsee tekonurmelle pitkää käyttöikää, kun huolehditaan pinnan hoidosta. Paikallisesti kuluneet kohdat (mm. kotipesä ja pesät) voidaan korvata uudella matolla ilman, että tarvitsee harkita kentän koko maton uusimista. Hiekkatekonurmen alustan tulee olla tasalaatuinen, tasainen ja hyvin tiivistetty (ei jälkipainumia), mutta kuitenkin vettä läpäisevä. Oikealla hoidolla (harjaus, imurointi) kentän käyttöikä voi olla yli 20 vuotta. Vanhimmat vielä uusimattomat hiekkatekonurmipintaiset pesäpallokentät ovat 20 vuotta vanhoja ja vielä pelillisiltä ominaisuuksiltaan sopivia pesäpallokäyttöön. Tällöin hiekkatekonurmen alusrakenne on routimaton ja pinta siis tasainen eikä aaltoileva.

Esimerkiksi kumirouhetekonurmipintaisen jalkapallokentän keskimääräisen elinkaaren on katsottu olevan 5-8 vuotta (Tekonurmiopas 2011). Tämän jälkeenkin alusta on vielä käyttökelpoinen esimerkiksi lähiliikuntapaikkana tai mahdollisesti turva-alustana.

Kentän uusiminen etukentän osalta voi olla tarkoituksenmukaista jossakin vaiheessa. Uusiminen voitaisiin toteuttaa siten, että uudet tekonurmikaistaleet asennetaan lähtien polttolinjan jälkeisestä kaistaleesta kohti kotipesää. Tällöin pinnoite tulisi uusituksi myös kakospesän ja kolmospesän osalta.

Tällä hetkellä tekonurmet kierrätetään Suomessa ensin toisiin kohteisiin ja tuotteen elinkaaren lopussa niitä käytetään kaatopaikkojen kunnostukseen tai ne poltetaan energiatehteenä. Tulevaisuudessa voi olla mahdollista ottaa nurmimaton muovinen uusiokäyttöön, mutta tiedustelujemme mukaan kenelläkään Suomessa toimivalla alan toimijalla ei ole suunnitelmia ko. toiminnan aloittamiseksi.

(http://portaali.jns.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=12170&folderId=127439&name=DLFE-5101.pdf)

Hiekkatekonurmipinnan elinkaareen vaikuttaa monta eri tekijää: tuotteen laatu, kentän käyttö ja kentänhoito. Tämän tutkimuksen mukaan hyvin hoidettu hiekkatekonurmipintainen pesäpallokenttä on käyttökelpoinen hyvinkin pitkään. Vanhan (> 20 v) tekonurmen pesäpallokäyttöön soveltuvaa kentän elinkaarta voidaan pidentää siten, että se asennetaan jollekin kivituhkapintaiselle kentälle. Kuvassa 19 on esitetty Jyväskylän kentältä v. 2014 rullattu hiekkatekonurmi. Vanhan maton takaisin asennus (hiekkä, saumat) on haasteellinen tehtävä (kuvat 20 ja 21). Maton poistamisen yhteydessä siihen voi syntyä repeämiä eikä sille uudelleen asennettuna anneta enää pitkää elinkaariarviota. Kuitenkin tekonurmi voidaan pilkkoa ja käyttää hyväksi esimerkiksi koulujen pihoissa, lumilautarinteessä (kuva 22) frisbeegolfin heittopaikoilla (kuva 22), lyöntiharjoittelupaikkana (kuva 23), agilitykentillä, erilaisilla pienpelikentillä ja maisemoinnissa.

Hiekkatekonurmen käyttökelpoisuuden heikkenemisen syy voi olla rakennekerroksissa ja salaojituksessa. Salaojien toimimattomuus ja maakerrosten routuminen ovat aiheuttaneet kentälle epätasaisuutta ja täten haittaa kentän pelillisille ominaisuuksille. Pohjarakenteiden perusparantaminen ja vanhan tekonurmimaton uudelleenkäyttö ei välttämättä tuota hyvää lopputulosta.



Kuva 19. Jyväskylän pesäpallokenttä keväällä 2014. Kuva. Risto Aalto.



Kuva 20. Vasemmalla Koivuhaan kentälle ja oikealla Oksavan kentälle levitetyt käytetyt hiekkatekonurmimatot. Haapajärvi.



Kuva 21. Ylämylly, vanha hiekkatekonurmi. Viinijärvi.



Kuva 22. Lumilautarinne (vasemmalla) ja frisbee-kentän heittopaikka (oikealla) Kiimingissä.



Kuva 23. Pesäpallon lyöntiharjoittelupaikka Muhoksella.

5 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa on selvitelty hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien jousto-ominaisuuksia, jouston muuttumista sekä hiekkatekonurmimaton nukan kulumista ja hiekan hienonemista. Kenttätutkimuksia on tehty aikaisemmin vuosina 1993–1997. Em. tutkimukset toimivat vertailuna näihin vuosina 2013–2014 tehtyihin tutkimuksiin.

Alustan iskunvaimennus (jousto) on tärkeä ominaisuus urheilualustoilla niin pallon ja pinnan kuin pelaajan ja pinnan vuorovaikutuksessa. Alustan kovuudella on vaikutus etenkin kentän pelillisiin ominaisuuksiin. Kovemmallalla kentällä (korkea joustomoduuliarvo, E_2) pallo pomppaa korkeammalle ja vierii nopeammin kuin pehmeämmällä kentällä. Suurimmat arvot mitattiin Pattijoen kentältä, jolla vuonna 2014 kenttäalueen joustomoduulien keskiarvoksi saatiin 134 MPa. Mittaustuloksiin vaikuttaa myös maton alusrakenteen rakenne. Pattijoen kentän kovuuteen vaikuttaa kentän rakennekerroksissa käytetty kuonamurske, jolla on sementin kaltaisia lujittumisominaisuuksia. Korkeat joustomoduuliarvot ($E_2 > 120$ MPa) mitattiin myös Haminan ja Oulun kentiltä. Uusilta kentiltä mitattiin alle 80 MPa joustomoduuliarvoja.

Nukan kulumisen kentiltä tutkituissa pisteissä oli noin 0,1...0,7 mm/vuosi. Etukentällä (piste 6) nukan kulumisen oli noin 0,1...0,4 mm/vuosi. Paikallisesti kovan pistemäisen rasituksen alaisilta kohdilta kotipesässä nukka kuluu kuitenkin pelaajan hiertävän piikkarasituksen vuoksi hyvinkin nopeasti. Kotipesässä lyöjän pelipaikalta mattoa joudutaan uusimaan yhdestä kahteen kertaan kaudessa. Hiekan hienonemisen seurauksena kentän toimivuus heikkenee. Hiekka hienonee käytön seurauksena kotipesässä hyvinkin nopeasti. Myös pesillä hiekka hienonee muuta kenttää nopeammin. Muualla kentällä hiekan hienonemista tapahtuu, mutta se on melko vähäistä. Hiekkatekonurmella piikkareiden piikkien enimmäispituus on kuusi millimetriä, mutta kyseistä sääntöä eivät useimmat pelaajat noudata. Tuomarin pitäisi valvoa tämän säännön noudattamista paremmin. Näin vaikutettaisiin etenkin kovan kulutuksen alueiden nukan kulumiseen.

Suomalaisten tekonurmihiekkojen pyörityneisyysasteissa ei ole suuria eroja. Flow cone -testi sopii erinomaisesti hyvien (raemuodoltaan pyöreitten) hiekkojen tunnistamiseen. Hyvin pyöritynyt hiekka pitää pelialustan pinnan kuohkeana, säästää nukkaa ja pienentää kitkaa. Hiekanvaihto eniten rasitetulla kotipesäalueella voi aika ajoin olla perusteltua hiekan hienonemisen ja nukan kulumisen takia. Tällöin voitaisiin vaikuttaa kuluneiden kohtien käyttöikäen.

Yli 20 vuotta vanha pesäpallokentän tekonurmimatto on käyttökelpoinen liikuntapaikkaalustana vielä pitkään erilaisilla pienkentillä. Vanhan maton asentaminen pesäpallokenttäkäyttöön uuteen paikkaan on työteknisesti hankalaa (saumat), mutta huolellisella työllä mahdollista.

Tekonurmen täyttöhiekan raakoostumus muuttuu kentällä hienommaksi kentän käytön, hoidon ja ympäristöolosuhteiden seurauksena. Kenttien pinta kovenee, jos täyttöhiekka on hienontunut ja tiivistynyt liiksi. Tällöin myös mahdollisesti kentän vedenläpäisy heikkenee, jolloin kenttä on kauan märkä sateen jälkeen.

Pelialustan vaikutuksella vammojen syntyyn ei näyttäisi suppeahkon kyselytutkimuksen mukaan olevan juurikaan vaikutusta. Kyselyyn vastasivat ainoastaan neljän joukkueen lääkärit (Vimpelin Veto, Hyvinkään Tahko, Kouvolan Pallonlyöjät) ja yhden seuran edustaja (Koskenkorvan Urheilijat) sekä kymmenen pelaajaa.

Kenttien jousto- ja kitkaominaisuuksiin kohdistuvaan kyselyyn saatiin vastaukset 12 pelaajalta: Lapua (2 kpl), Kitee (3 kpl), Sotkamo (3 kpl), Kouvola (1 kpl), Vimpeli (1 kpl) ja Jyväskylä (2 kpl). Vastauksista päätellen vaikuttavimmat tekijät pelillisiin ominaisuuksiin oli kentän täyttöhiekan liian suuri määrä ja kentän epätasaisuus.

Kenttätutkimuksessa kävi ilmi, että imuroimalla hiekka pois nukan taustakankaaseen asti ja palauttamalla hiekka takaisin, vaikutetaan hiekkatekonurmen jousto-ominaisuuksiin. Em. toimenpiteellä kentän joustomoduuli pienenee, jolloin kenttä tuntuu pehmeämmältä ja pallo vierii hitaammin sekä pomppu nousee matalammalle kuin kovalla kentällä. Kenttä läpäisee tällöin myös vettä paremmin. Toisaalta vedenläpäisevyys ei näyttäisi olevan ongelma hiekkatekonurmipintaisilla kentillä, jos kuivatusrakenteet ovat kunnossa.

Kentän hoidossa harjaus pitää tekonurmimaton hiekkatäytön tasaisena. Kenttää olisi hyvä harjata pelikaudella päivittäin. Liian harvoin toteutettu harjaus harjalanalla (1 krt/vk) näyttäisi kuluttavan nukkaa enemmän kuin usein toistuva harjaus. Nukka pitäisi pyrkiä pitämään harjauksella pystyssä, sillä nukka pyrkii hoitamattomana taittumaan. Tällöin nukan kulumiselle/katkeilulle on otollisemmat olosuhteet. Hiekkatekonurmen puhdistus (esim. Ylihärmä) erikoiskoneella (imuri) on todettu parantavan kentän vedenläpäisevyyttä. Samalla imurointi huokoistaa kentän pintaa vaikuttaen sen pelillisiin ominaisuuksiin.

KIRJALLISUUS

Hiekkatekonurmiopas. Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 62. VTT Yhdyskuntatekniikka, Tie- ja geotekniikka. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennusgeologian laboratorio. Saarijärvi 1997.

Jäniskangas, T. & Nieminen, P. 1996. Hiekkatekonurmen hiekka ja sen laatu. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennusgeologian laboratorio. Raportti 41.

Jäniskangas, T., Niskanen, J., Nieminen, P. Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien tekniset ja pelilliset ominaisuudet. Raportti 46. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennusgeologian laboratorio. Tampere 1998.

James, I. & McLeod, A. Maintaining synthetic turf: sand filled and sand dressed systems. Centre for Sports Surface Technology, Cranfield University. Version 1.1 September 2008.

<http://www.replaymaintenance.co.uk/assets/greenroominformation/cranfieldguidelinesto maintainingsyntheticurf.pdf>, luettu 8.1.2014.

Loadman II – kannettava pudotuspainolaite muistilla. Käyttöohje. AI-Engineering Oy. Espoo 2002.

McLeod, A. 2008. The management and maintenance of second generation sand-filled synthetic sports pitches. Cranfield University.

PANK-9001. 2002. Päällystealan neuvottelukunta. Kantavuuden mittaus, Loadman. Hyväksytty 13.6.2002.

Standards Association of New Zealand. 1986. Methods of test for water and aggregate for concrete. NZS 3111. Wllington

Sirviö, S. 2002. Kopparipelistä ja harjoittelusta. Pesäpallon lajivalmentajatutkinto (PLVT). Lopputyö.

Suomen Pesäpalloliitto ry. 2011. Tekonurmipinnoitteen vaatimukset.

<http://pesis-fi->

bin.directo.fi/@Bin/731ba0f6ba9c456fed75f45306567f2b/1424866984/application/pdf/172917/EL%2018%20-%20Pes%C3%A4pallokent%C3%A4n%20standardi.pdf

Tekonurmiopas. 2011. Opetus- ja Kulttuuriministeriö - Suomen Palloliitto ry.

Tyypillisiä urheiluvammoja nuorilla urheilijoilla. Ilmo Litmanen

<http://slideplayer.fi/slide/1896047/>

LIITTEET

- Liite 1. Alajärvi, Kitron pesäpallostadion
- Liite 2. Haapajärvi, Ronkaalan pesäpallokenttä
- Liite 3. Halsua, Käpylän pesäpallokenttä
- Liite 4. Hamina, Vallikenttä
- Liite 5. Hyvinkää, Pihkalan pesäpallostadion
- Liite 6. Ikaalinen, Ikaalisten pesäpallokenttä
- Liite 7. Imatra. Linnalan pesäpallokenttä
- Liite 8. Joensuu, Mehtimäen pesäpallostadion
- Liite 9. Jyväskylä, Hippoksen pesäpallostadion
- Liite 10. Kankaanpää, Pohjanlinnan pesäpallostadion
- Liite 11. Kempele, Sarkkirannan urheilukeskus
- Liite 12. Kiiminki, Kiimingin pesäpallokenttä
- Liite 13. Kitee, Rantakenttä
- Liite 14. Koskenkorva, Sähkökoje-Areena
- Liite 15. Kouvola, KSS Energia Areena
- Liite 16. Lappeenranta, Vanha kenttä
- Liite 17. Lapua, Lukkarilan pesäpallostadion
- Liite 18. Loimaa, Loimaan pesäpallostadion, Urheilukeskus
- Liite 19. Muhos, Ponkilan pesäpallostadion
- Liite 20. Oulu, Raksilan pesäpallostadion
- Liite 21. Pattijoki, Rännärin pesäpallostadion
- Liite 22. Pori, Porin pesäpallostadion
- Liite 23. Rauma, Otanlahden pesäpallokenttä
- Liite 24. Siilinjärvi, Mantun kenttä
- Liite 25. Sotkamo, Hiukan pesäpallostadion
- Liite 26. Turku, Kupittaa pesäpallostadion
- Liite 27. Vihti, Nummelan pesäpallostadion, Hiidenkirnu
- Liite 28. Viinijärvi, Viinijärven pesäpallokenttä
- Liite 29. Vimpeli, Saarikenttä
- Liite 30. Ylihärmä, Kiistolan pesäpallostadion

Kenttä: ALAJÄRVI, KITRON PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 20.4.1994

Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
22.8.1994	87,9 / 12,2				0,2
4.9.1996	103,6 / 12,5	103,3 / 7,4			0,2

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: kesätauolla 2012



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
28.8.2013	104,3 / 17,3	104,5 / 5,9	26	22	0,1

ka. = keskiarvo

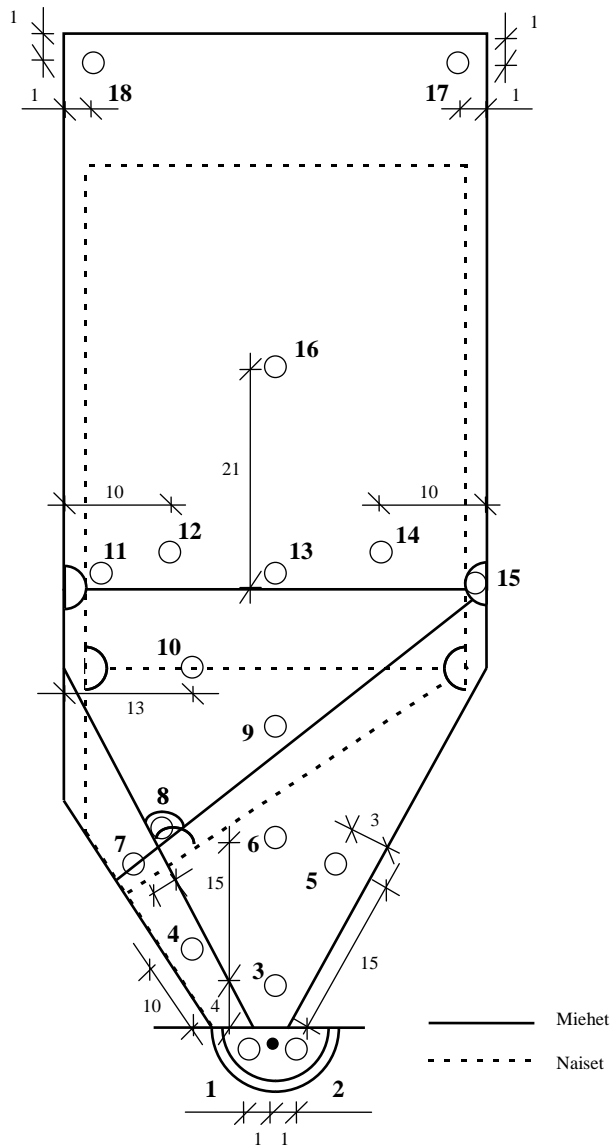
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

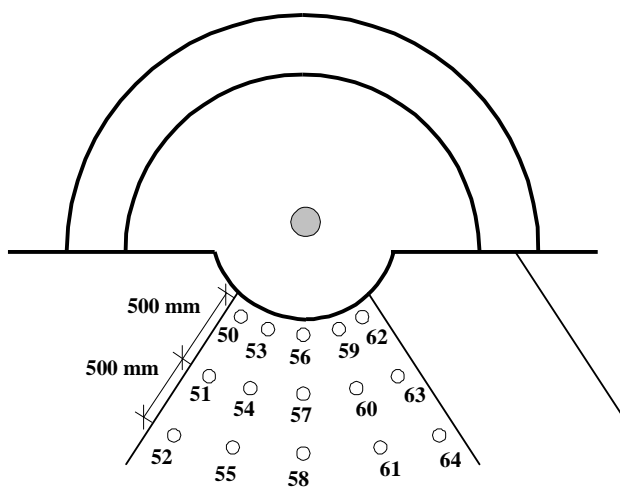
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
6	28.8.2013	0,1		0,4	4	23	65	99	191

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 28.8.2013	
	Piste 2	Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]		52,3
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	kohtalainen	erinomainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]		2...3
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	24 (33)	33 (33)
Arvio nukan laadusta	Nukka epätasaisesti kulunut	

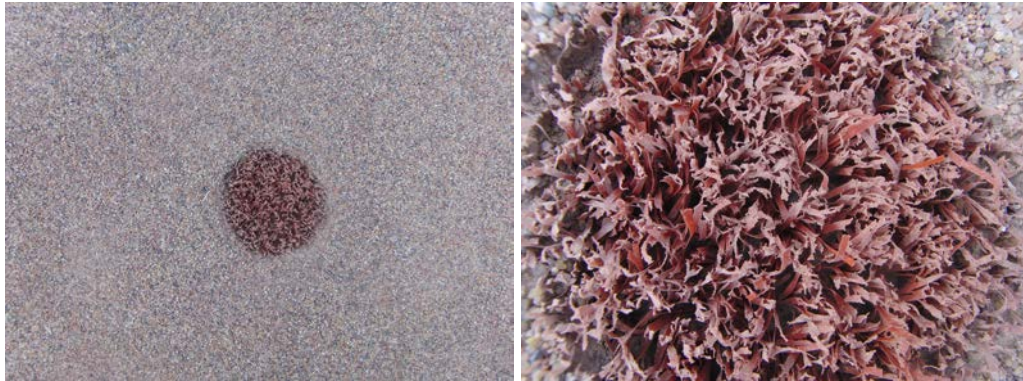


Mittaus- piste	E ₂ - moduuli 28.8.2013	E ₂ -moduuli imuroinnin ja hiekkatäytön jälkeen [MPa]
[MPa]		
1	115	
2	150	
3	132	
4	133	
5	90	
6	92	74
7	109	
8	103	
9	96	
10	88	
11	101	
12	94	
13	113	
14	95	
15	99	
16	96	
17	96	
18	91	
Keskiarvo	104,3	
Keski- hajonta	17,3	



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 28.8.2013 [MPa]
50	90
51	110
52	111
53	113
54	106
55	114
56	107
57	101
58	99
59	101
60	110
61	107
62	106
63	95
64	98
Keskiarvo	104,5
Keskihajonta	5,9

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,5 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,5 s)



Kenttä: HAAPAJÄRVI, RONKAALAN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut: 1996****Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
5.9.1996	98,4 / 13,7	92,5 / 6,6			0,1
27.8.2013	106,7 / 15,7	103,8 / 8,7	27		0,1...0,3

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

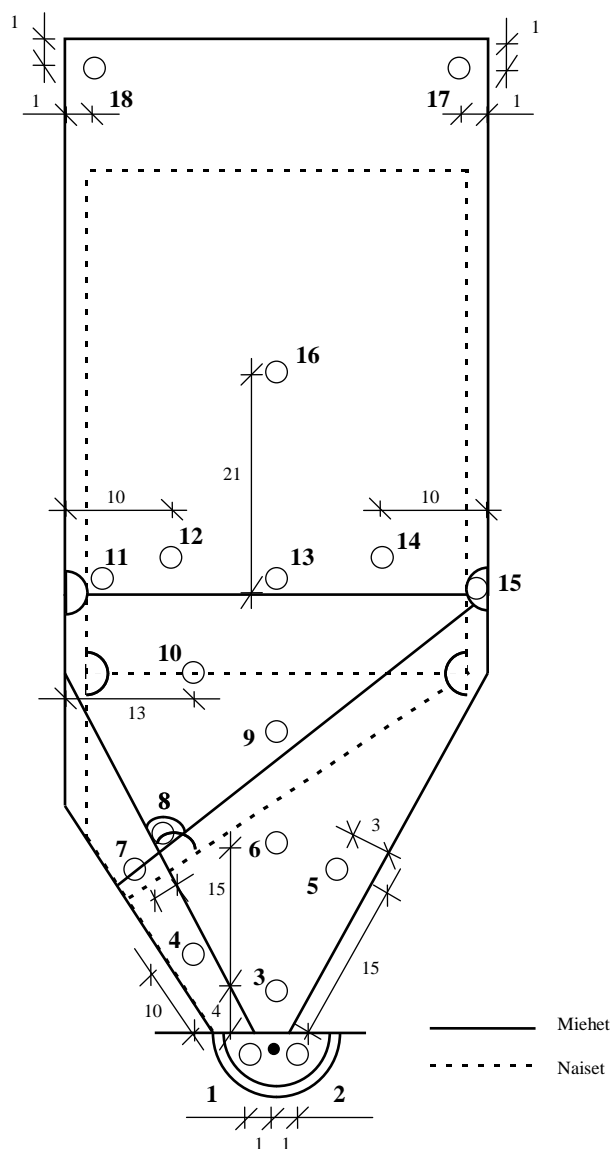
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
1	5.9.1996		4,2	6,4	9,8	43,3	88,0	100	252
6	5.9.1996		0,1	0,3	0,9	22,9	76,5	100	201
6	27.8.2013	1,0		2	4	27	74	100	208
11	27.8.2013	1,4		3	6	28	82	100	220
19*	27.8.2013	0,5		1	3	25	84	100	214

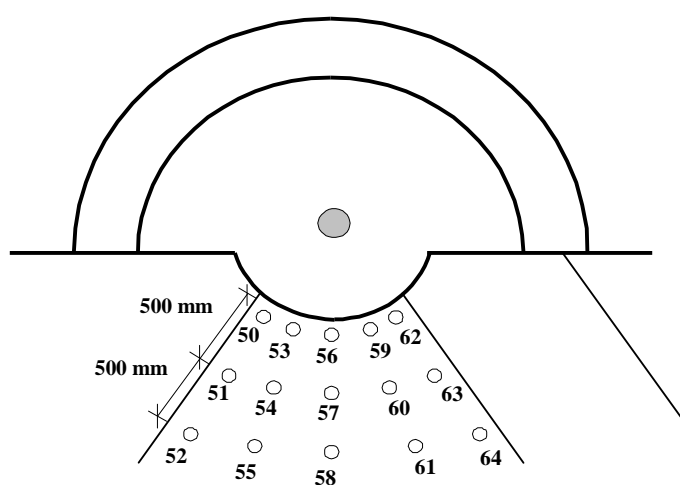
*Piste 19 sijaitsee kenttäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 5.9.1996		Tulokset 27.8.2013		
	Piste 1	Piste 6	Piste 6	Piste 11	Piste 19*
Hiekan määrä [kg/m ²]	38,0	51,4	45,3	32,5	42,5
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	huono (pintahiekan alla kova, tiivistynyt hiekkakerros)	kohtalainen	huono	huono	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2 (0...3)	2 (0...3)			
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	18...24 (33)	30...32 (33)	29 (33)	28 (33)	31 (33)
Arvio nukan laadusta	nukka erittäin rispaantunutta	nukka lähes uudenveroista			rispaantunut



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 5.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 27.8.2013 [MPa]
1	121	119
2	135	124
3	95	99
4	102	92
5	95	98
6	95	113
7	90	104
8	119	126
9	94	114
10	84	110
11	95	102
12	96	113
13	98	112
14	95	130
15	102	122
16	85	88
17	83	76
18	87	79
Keskiarvo	98,4	106,7
Keski- hajonta	13,7	15,7



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 4.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 27.8.2013 [MPa]
50	101	109
51	97	108
52	92	97
53	90	115
54	92	113
55	92	99
56	86	113
57	98	103
58	80	96
59	105	121
60	97	95
61	89	96
62	83	101
63	94	91
64	92	105
Keskiarvo	92,5	103,8
Keski- hajonta	6,6	8,7

Valokuva nukasta pisteessä 6Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 22,4 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 23,4 s)

**Uusi hiekkatekonurmi: 2014*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

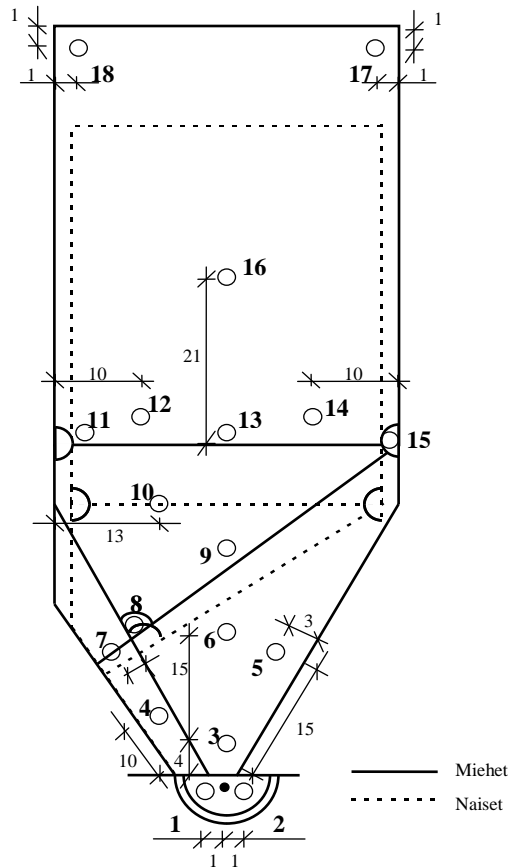
Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
2.6.2014	76,7 / 7,9	77,0 / 5,2	22	16	1,6

ka. = keskiarvo

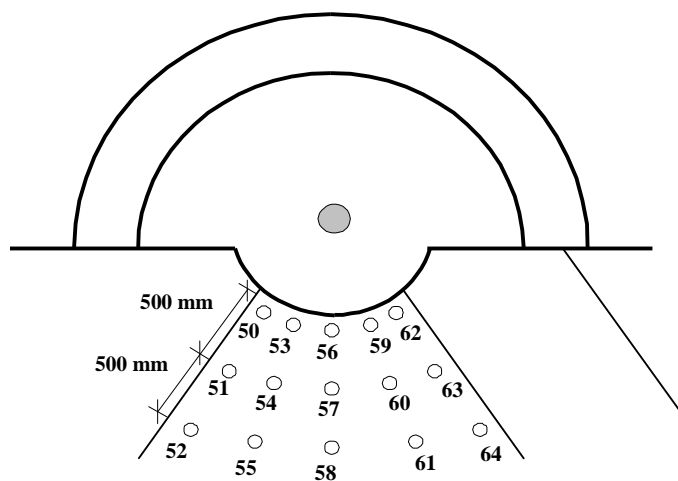
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
kentän reunalta	2.6.2014	0		0	0	1	36	98	135



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 2.6.2014 [MPa]
1	96
2	92
3	75
4	76
5	74
6	82
7	70
8	83
9	78
10	76
11	73
12	68
13	77
14	73
15	80
16	73
17	65
18	69
Keskiarvo	76,7
Keskihajonta	7,9



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 2.6.2014 [MPa]
50	69
51	68
52	77
53	75
54	73
55	84
56	78
57	80
58	84
59	76
60	85
61	72
62	77
63	76
64	81
Keskiarvo	77,0
Keskihajonta	5,2

Kenttä: HALSUA, KÄPYLÄN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut:** Heinäkuu 1993**Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus-%
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
5.9.1996	95,3 / 11,8	97,9 / 9,2			0,3
28.8.2013	84,1 / 11,1	105,1 / 5,9	20	20	0,2...0,7

ka. = keskiarvo

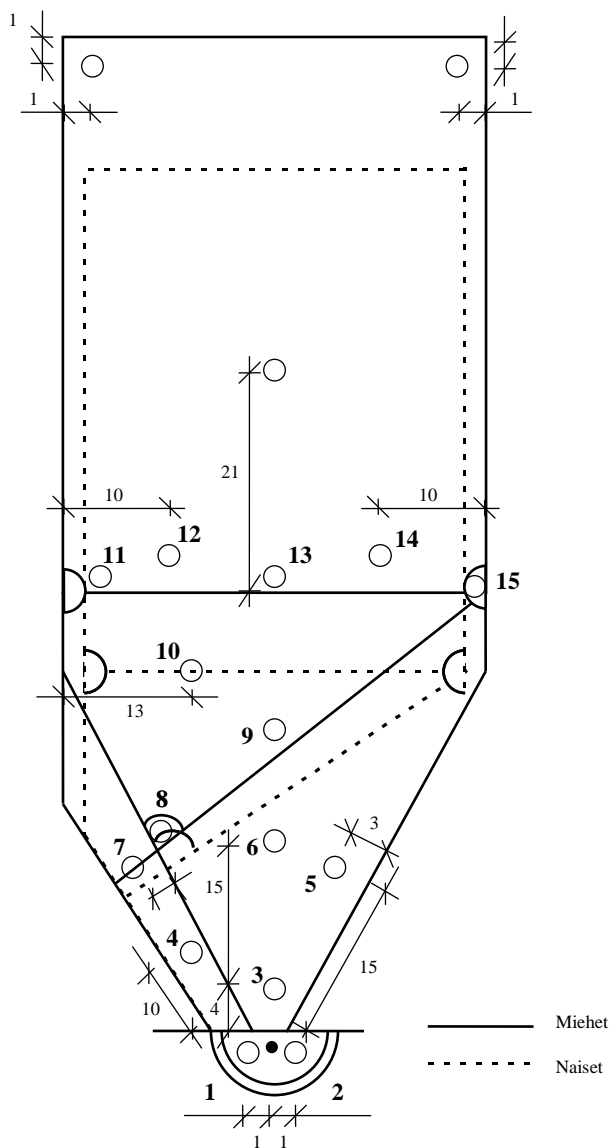
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

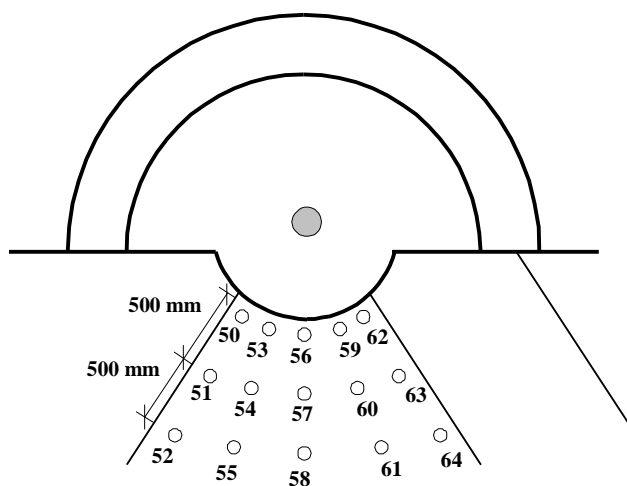
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
1	22.8.1996		1,7	2,8	5,7	30,3	96,2	99,9	237
6	22.8.1996		0,5	1,0	6,8	48,1	98,5	100	255
7	28.8.2013	3,1		5	10	48	96	100	262
8	28.8.2013	1,6		4	15	59	98	100	278

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 22.8.1996		Tulokset 28.8.2013	
	Piste 6	Piste 1	Piste 7	Piste 8
Hiekan määrä [kg/m ²]	44,4	49,3		36,5
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	kohtalainen	kohtalainen	kohtalainen	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2 (0...3)	3 (0...5)	täystäyttö	täystäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	26...28 (28)	32...33 (33)	28 (33)	25 (33)
Arvio nukan laadusta	lievästi rispaantunut	osittain rispaantunut	lievästi rispaantunut	osittain rispaantunut

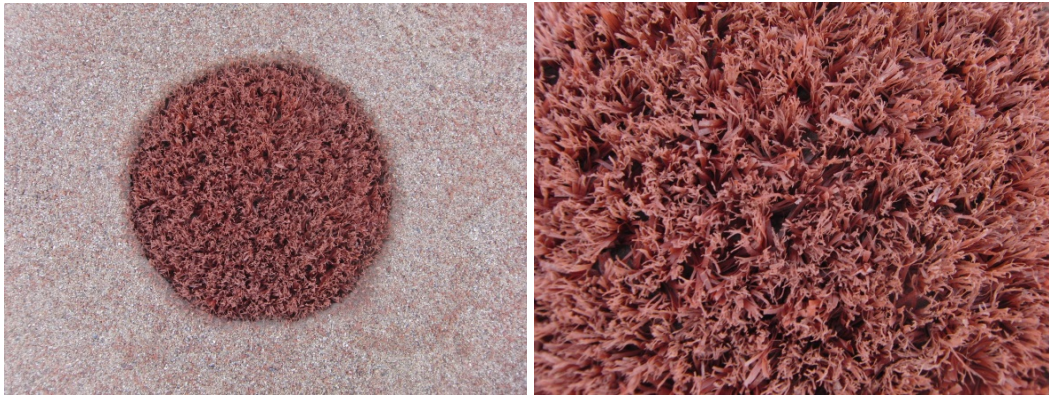


Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 5.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 28.8.2013 [MPa]
1	97	112
2	102	105
3	100	87
4	96	96
5	105	81
6	105	84
7	105	89
8	107	88
9	103	84
10	91	80
11	98	74
12	86	75
13	98	75
14	88	83
15	110	79
16	84	80
17	71	63
18	69	79
Keskiarvo	95,3	84,1
Keski- hajonta	11,8	11,1



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 5.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 28.8.2013 [MPa]
50	99	81
51	94	101
52	91	107
53	94	102
54	121	103
55	97	90
56	98	82
57	96	96
58	82	99
59	102	91
60	105	84
61	105	96
62	104	112
63	86	101
64	94	94
Keskiarvo	97,9	105,1
Keski- hajonta	9,2	5,9

Valokuva nukasta pisteessä 8



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 1-2) pisteessä 8

- raekoko 0/2 mm (flow cone 21,1 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,2 s)



Kenttä: HAMINA, VALLIKENTTÄ

Valmistunut: 5.9.1996



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
3.10.1996	82,9 / 12,0	90,3 / 8,0			1,4
31.7.2014	121,3 / 13,1	127,1 / 8,6	33	32	0,1

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

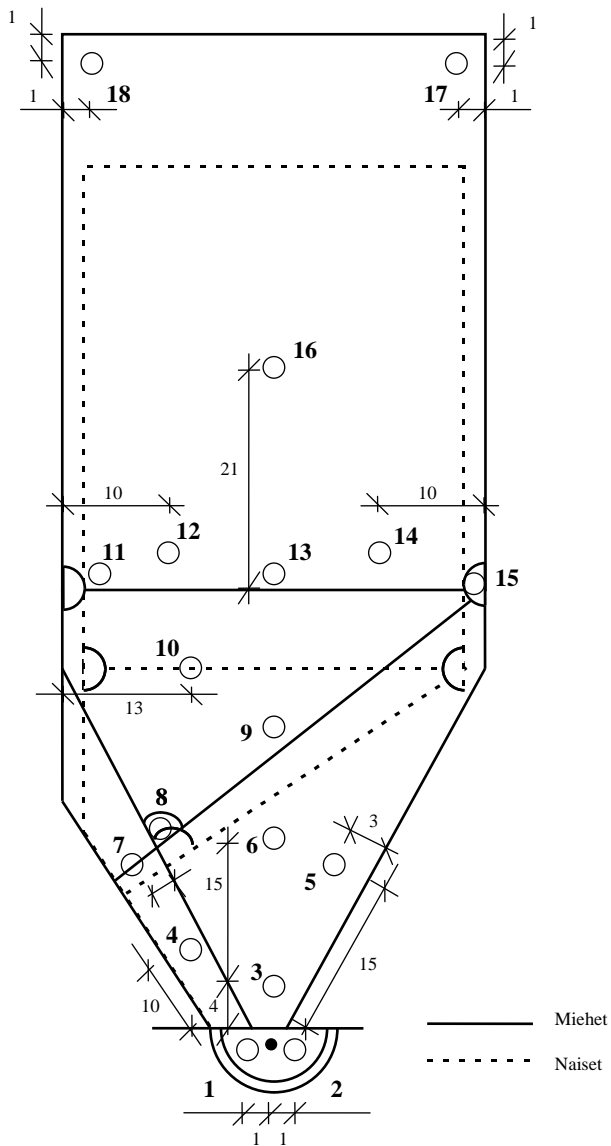
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
alkup. hk	7/1996		0	0	0,1	11,3	91,1	100	203
kotip. (p.1)*	7/1996		3,7	6,0	11,2	31,6	90,9	100	243
6	31.7.2014	3,2		6,0	10,0	28,0	90,0	100	237

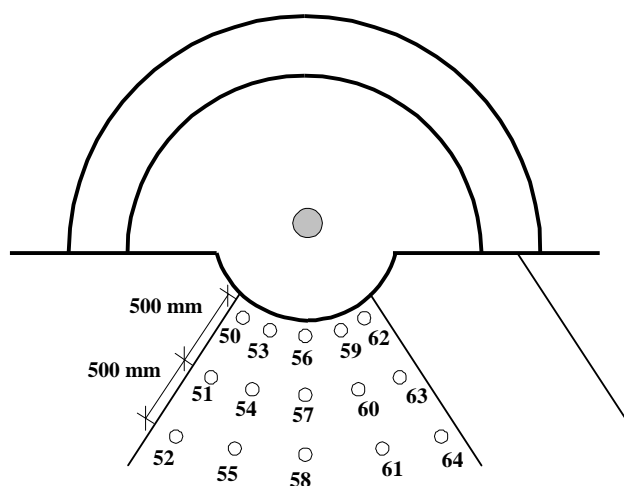
*matto kulunut puhki 10.7.1996

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 7/1996 Piste 1	Tulokset 31.7.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	21,2	44,7
Hiekan irtoavuus imuroitaessa		hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	6 (5...7)	täystäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	10...15 (33)	26 (33)
Arvio nukan laadusta		lievästi rispaantunut



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.10.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
1	110	121
2	114	136
3	91	143
4	74	133
5	81	127
6	81	123
7	84	129
8	70	101
9	78	131
10	82	123
11	86	119
12	79	129
13	77	129
14	86	118
15	69	94
16	78	118
17	79	110
18	73	100
Keskiarvo	82,9	121,3
Keski- hajonta	12,0	13,1



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.10.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
50	91	125
51	90	138
52	74	119
53	98	114
54	96	123
55	98	140
56	87	129
57	91	119
58	87	140
59	107	133
60	85	127
61	86	129
62	97	113
63	84	131
64	84	127
Keskiarvo	90,3	127,1
Keski- hajonta	8,0	8,6

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,5 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,3 s)



Kenttä: HYVINKÄÄ, PIHKALAN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut:** toukokuu 1995**Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
18.9.1995	91,5 / 13,3	91,9 / 6,1			0,3
26.9.1996	108,9 / 16,5	105,1 / 10,3			0,2...0,3

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2008**Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
22.8.2013	119,4 / 15,5	106,2 / 27,7	18		1,6

ka. = keskiarvo

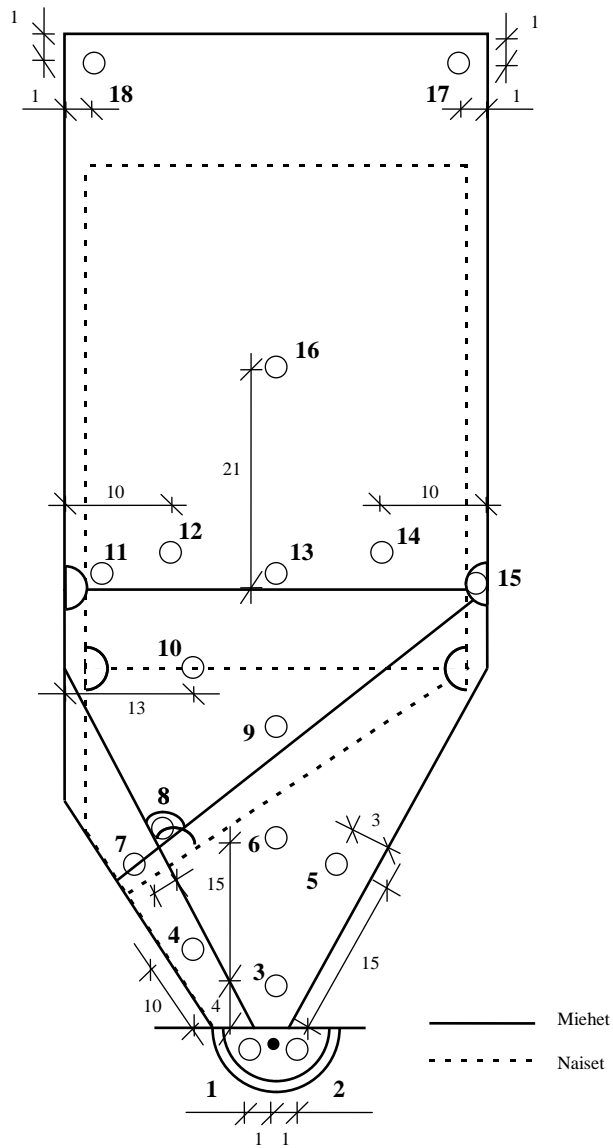
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

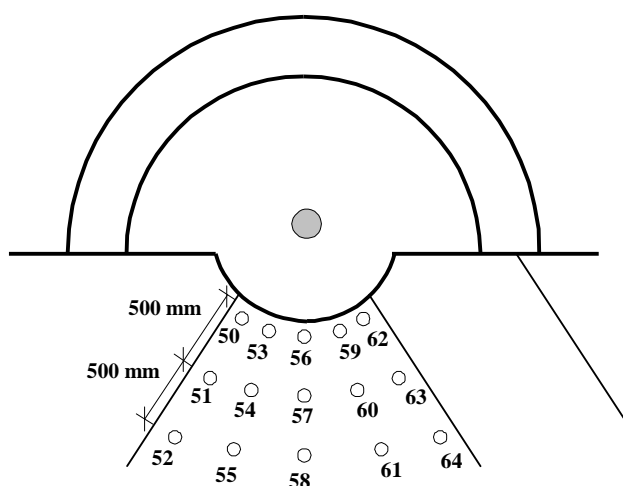
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
6	22.8.2013	0,6		2	6	16	82	100	207

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 22.8.2013 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	51,5
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2...3
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	30 (33)
Arvio nukan laadusta	Nukka kulunut tasaisesti

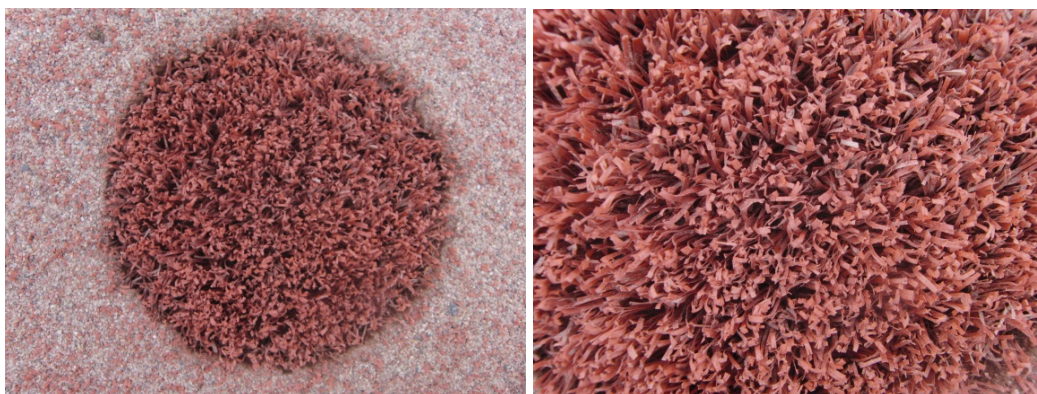


Mittauspiste	E ₂ -moduuli 22.8.2013 [MPa]
1	152
2	157
3	130
4	111
5	122
6	137
7	125
8	120
9	109
10	120
11	103
12	113
13	121
14	117
15	113
16	104
17	105
18	105
Keskiarvo	119,4
Keskihajonta	15,5



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 22.8.2013 [MPa]
50	102
51	107
52	112
53	109
54	111
55	103
56	119
57	115
58	130
59	110
60	119
61	127
62	110
63	107
64	107
Keskiarvo	106,2
Keski- hajonta	27,7

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,5 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,6 s)



Kenttä: IKAALINEN, IKAALISTEN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut:** 1987**Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
28.8.1995	77,0 / 15,6	80,7 / 6,3			0,3
7.10.1996	81,4 / 11,4	87,2 / 16,7			2,0...3,7
20.8.2013	76,0 / 15,2	79,5 / 5,4	20	20	1,5

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
6	28.8.1995		3,1	7,6	39,3	92,4	99,7	100	342
1	28.8.1995		3,2	6,2	33,0	69,2	99,7	100	311
6	7.10.1996		1,7	4,4	33,1	91,2	99,7	100	330
1	7.10.1996		0,6	1,6	13,4	37,5	78,5	100	232
6	20.8.2013	6,4		14,0	40,0	76,0	91,0	100	327
lisätty hiekka	20.8.2013	0		0	0	4,0	55,0	100	159

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 28.8.1995	Tulokset 7.10.1996		Tulokset 20.8.2013
	Piste 1	Piste 6	Piste 1	Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	26,8	24,2	23,2	28,1
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	huono	huono	huono	huono
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	1 (1...2)	1 (0...1)	2 (1...2)	ylitäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	19 (25)	17...20 (25)	16...20 (25)	16 (25)
Arvio nukan laadusta	rispaantunut	rispaantunut	rispaantunut	

Valokuva nukasta pisteessä 6



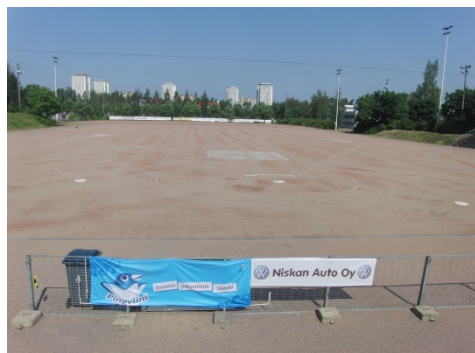
Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,6 s)



- raekoko 0,5/1 mm



Kenttä: IMATRA, LINNALAN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut: 1995****Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
10.7.1995	85,8 / 13,7				0,1
11.7.1996	102,6 / 12,4	105,5 / 12,7			1,4
31.7.2014	119,1 / 9,9	117,3 / 12,7		27	2,9

ka. = keskiarvo

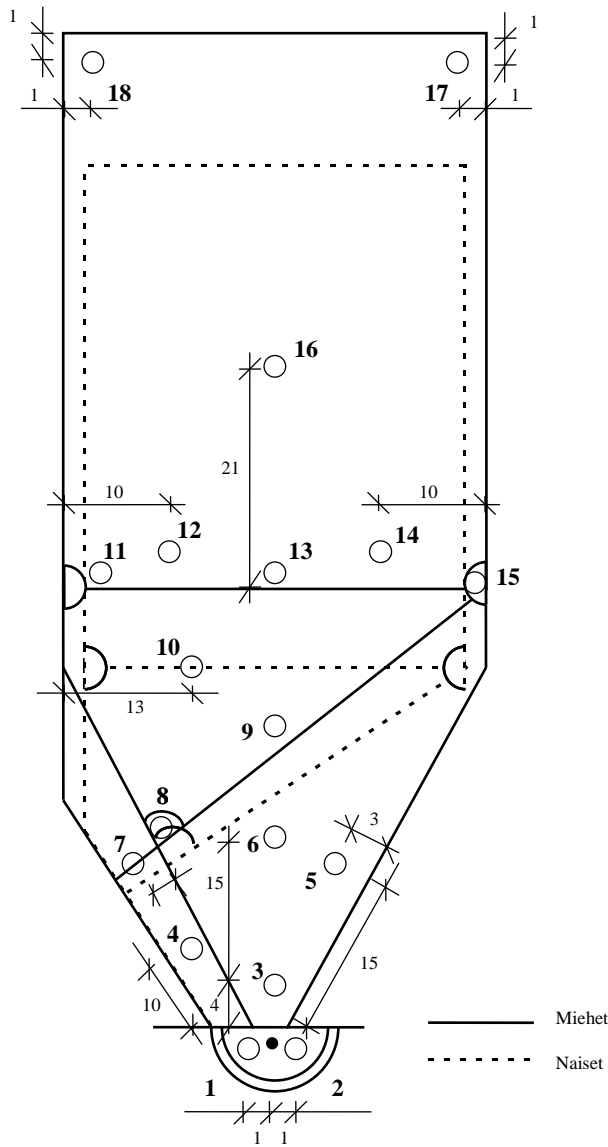
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

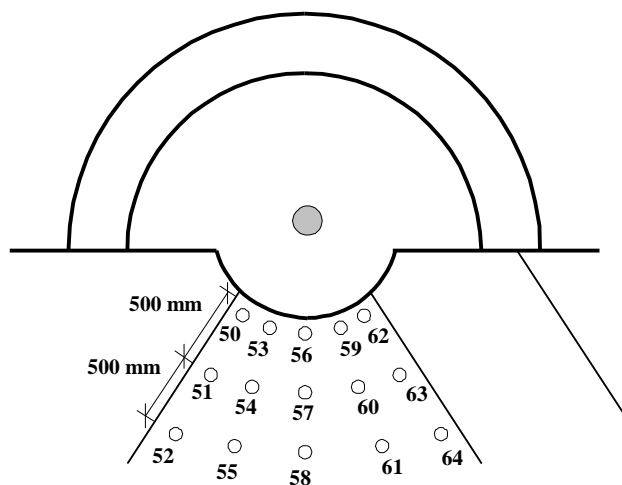
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
lisätty Hk	10.7.1995		1,6	3,9	18,4	85,6	100	100	310
18	10.7.1995		0,8	1,3	3,7	24,4	98,5	100	229
6	10.7.1995		0,5	0,9	2,4	20,4	98,8	100	223
1	10.7.1995		4,9	7,1	12,1	38,8	98,5	100	261
1	11.7.1996		3,5	5,4	10,1	33,8	98,2	100	251
6	31.7.2014	1,8		3	7	30	98	100	241
9	31.7.2014	9,2		15	25	46	98	100	292

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 10.7.1995			Tulokset 11.7.1996 Piste 1	Tulokset 31.7.2014	
	Piste 18	Piste 6	Piste 1		Piste 6	Piste 9
Hiekan määrä [kg/m ²]	42,7	48,9	50,1		39,3	
Hiekan irtoavuus imuroitaessa					heikko	heikko
Nukkaa näkyvässä (vaihteluväli) [mm]	n. 5	5...6	täystäyttö	täystäyttö	täystäyttö	
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)	32...33 (33)	30...31 (33)	10...15 (33)	28 (33)	26 (33)
Arvio nukan laadusta			hieman rispaantunut			

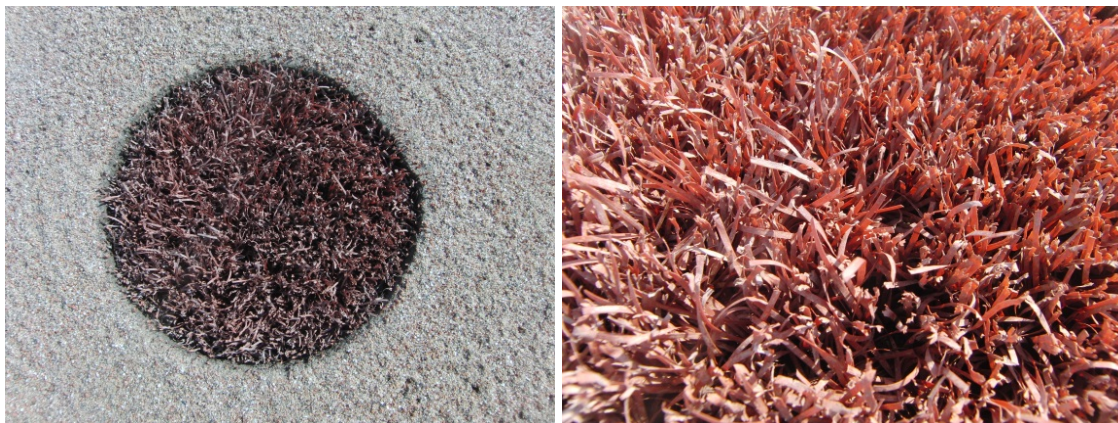


Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.10.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
1	127	108
2	108	113
3	108	129
4	114	119
5	102	119
6	94	113
7	111	129
8	118	94
9	119	140
10	102	119
11	101	119
12	89	119
13	94	127
14	106	129
15	85	116
16	86	119
17	97	118
18	86	114
Keskiarvo	102,6	119,1
Keski- hajonta	12,4	9,9



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.10.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
50	129	114
51	123	108
52	96	100
53	119	121
54	114	107
55	106	121
56	104	131
57	84	121
58	98	131
59	107	140
60	108	111
61	113	131
62	98	123
63	94	98
64	89	103
Keskiarvo	105,5	117,3
Keski- hajonta	12,7	12,7

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,9 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,7 s)



Kenttä: JOENSUU, MEHTIMÄEN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 2004*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
30.7.2014	116,8 / 10,3	114,9 / 7,1	21	18	2,4

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

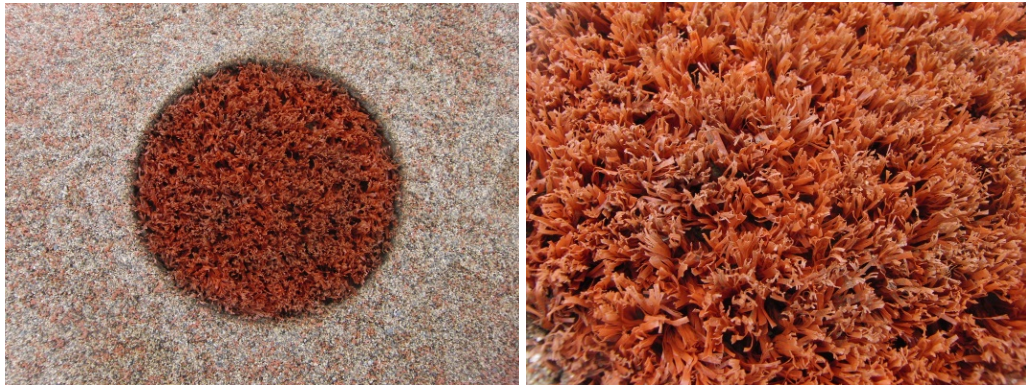
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
6	30.7.2014	2,1		4	9	32	92	100	239
11	30.7.2014	0,8		1	4	25	91	100	222
kentän laidalta suursäkistä	30.7.2014	0,1		0	0	4	77	100	181

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 30.7.2014	
	Piste 6	Piste 11
Hiekan määrä [kg/m ²]	47,6	28,8
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	kohtalainen	heikko
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	1...2	1...2
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	31 (33)	29 (33)
Arvio nukan laadusta	hieman rispaantunut	rispaantunut

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,3 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,3 s)



Kenttä: JYVÄSKYLÄ, HIPPOKSEN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 1994****Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
20.9.1994	82,6 / 5,7				0,2...1,5
17.9.1996	86,3 / 6,9	80,3 / 5,0			0,5
21.8.2013	94,5 / 14,9	92,1 / 12,9	20	22	1,9...3,3

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

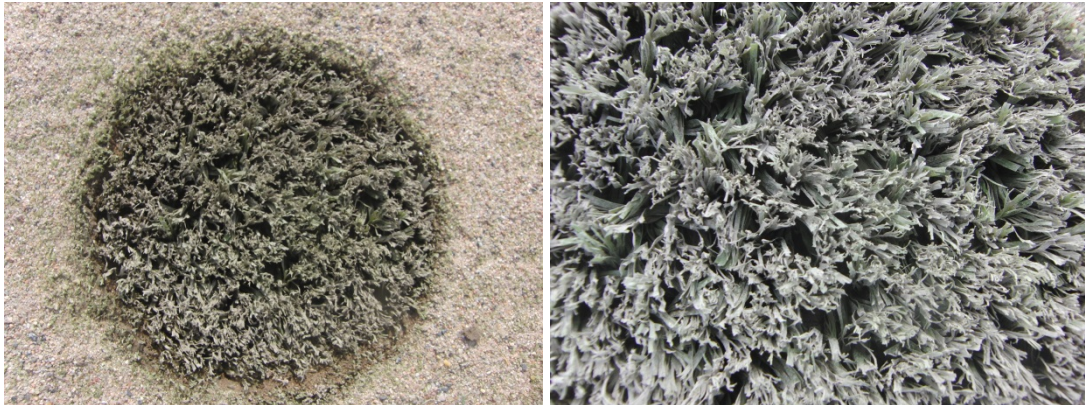
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
alkup. Hk	20.9.1994		0,2	0,3	0,9	25,8	96,4	100	224
18	20.9.1994		0,5	0,8	2,5	30,6	94,4	100	229
6	20.9.1994		0,6	0,7	1,6	26,0	95,9	100	225
1	20.9.1994		3,4	4,7	9,7	36,5	94,9	100	249
6	21.8.2013	0,5		1	3	27	91	100	223
11	21.8.2013	1,2		3	8	34	94	100	240
19*	21.8.2013	1,4		3	5	30	93	100	232

*Piste 19 sijaitsee kentäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 20.9.1994			Tulokset 21.8.2013		
	Piste 18	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 11	Piste 19*
Hiekan määrä [kg/m ²]	38,2	40,0	33,7	35,2	29,6	34,8
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	kohtalainen	kohtalainen	huono	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]				täys- /ylitäyttö		
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	32...33 (33)	32...33 (33)	32...33 (33)	30 (33)	28 (33)	30 (33)
Arvio nukan laadusta						

Valokuva nukasta pisteessä 11



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,6 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 23,4 s)



Kuva lisätystä hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3)

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,8 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,8 s)



Kenttä: KANKAANPÄÄ, POHJANLINNAN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 1995



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
29.10.1995	68,4 / 7,1				
27.9.1996	97,3 / 13,9	88,0 / 7,9			1,4...3,2
19.8.2013	104,6 / 13,7	103,1 / 14,6	24	20	5,2...9,7

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

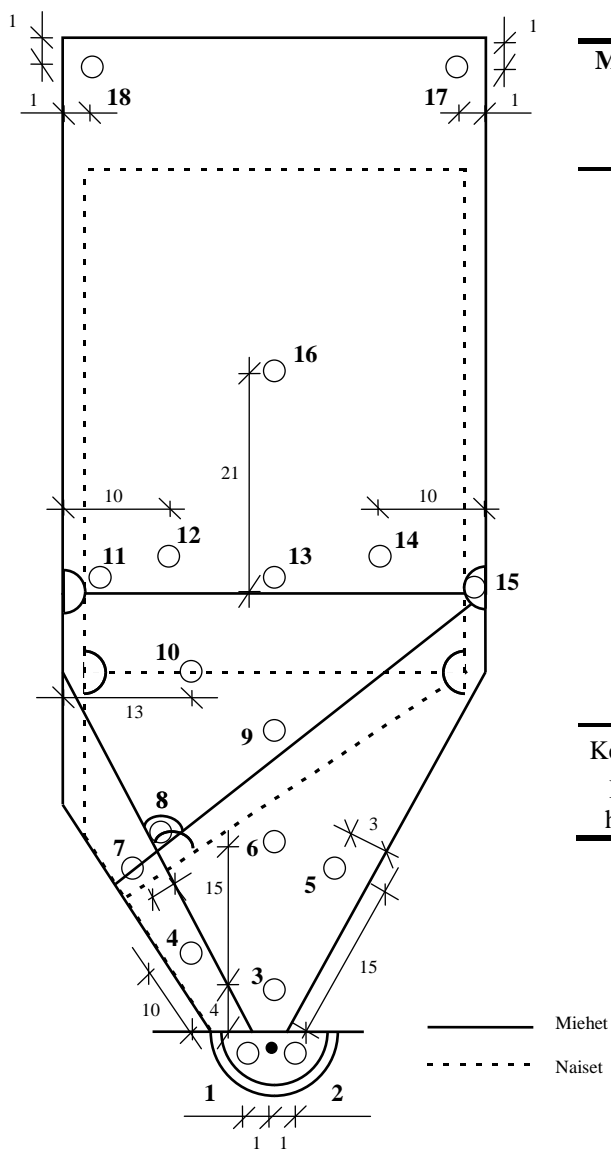
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
alkup. Hk	20.6.1996		0	0,1	0,2	19,2	96,3	100	216
6	20.6.1996		0,6	1,1	2,0	13,3	85,7	100	203
1	20.6.1996		4,0	5,8	10,3	22,0	80,1	99,9	222
6	19.8.2013	1,9		3	6	19	84	100	214
8	19.8.2013	1,4		2	5	19	84	100	211
11	19.8.2013	0,8		1	2	14	85	100	203
14	19.8.2013	0,7		1	2	12	83	100	199
18	19.8.2013	4,3		7	12	25	88	100	236
19*	19.8.2013	3,0		5	9	24	86	100	227
lisättävä Hk	19.8.2013	0		0	1	6	62	100	169

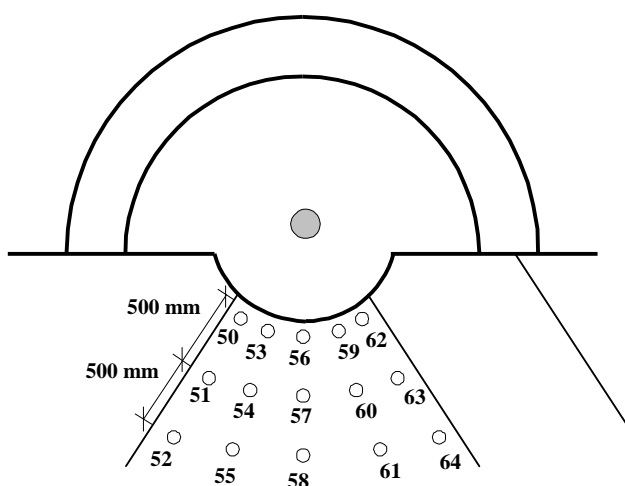
*Piste 19 sijaitsee kentäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 20.9.1994		Tulokset 19.8.2013					
	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 8	Piste 11	Piste 14	Piste 18	Piste 19*
Hiekan määrä [kg/m ²]	43,5	33,9	34,9	23,4		28,7	44,0	30,2
Hiekan irtoavuus imu-roitaessa			hyvä	kohtalainen	kohtalainen	hyvä	hyvä	hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]								täystäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)	30...31 (33)	28 (33)	27 (33)	25 (33)	26 (33)	31 (33)	27 (33)

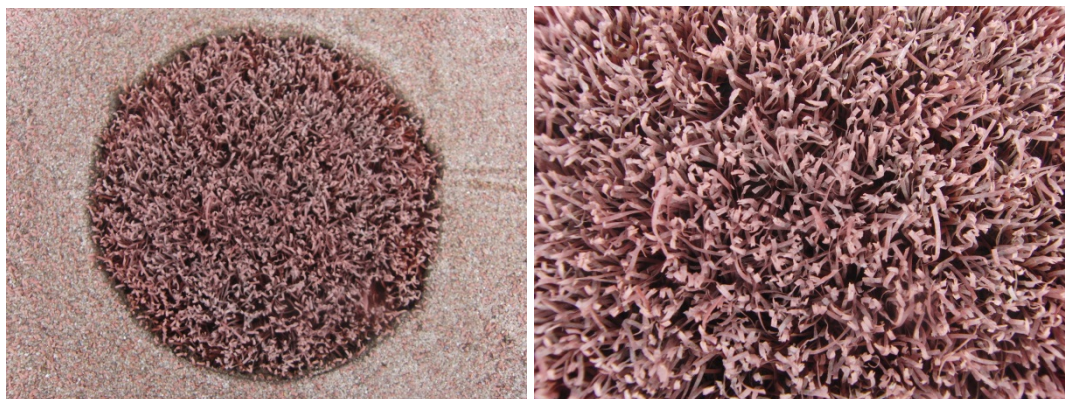


Mittaus- piste	E ₂ - moduuli 29.10.1995 [MPa]	E ₂ - moduuli 27.9.1996 [MPa]	E ₂ - moduuli 19.8.2013 [MPa]
1	59	102	107
2	67	142	110
3	73	99	136
4	73	89	108
5	77	104	102
6	72	86	103
7	69	86	95
8	55	75	90
9	74	101	96
10	78	95	
11	70	104	115
12	72	106	101
13	63	102	119
14	63	95	93
15	54	86	78
16	69	89	101
17	76	95	99
18	67	95	98
Keskiarvo	68,4	97,3	104,6
Keski- hajonta	7,1	13,9	13,7



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 27.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 20.8.2013 [MPa]
50	96	121
51	93	124
52	86	105
53	93	105
54	102	91
55	85	126
56	91	115
57	88	81
58	94	85
59	92	110
60	90	86
61	80	105
62	78	105
63	80	98
64	72	89
Keskiarvo	88,0	103,1
Keski- hajonta	7,9	14,6

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 25,5 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,7 s)



Kuva lisätystä hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3)

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,2 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,3 s)



Kenttä: KEMPELE, SARKKIRANNAN URHEILUKESKUS

Valmistunut: 1999

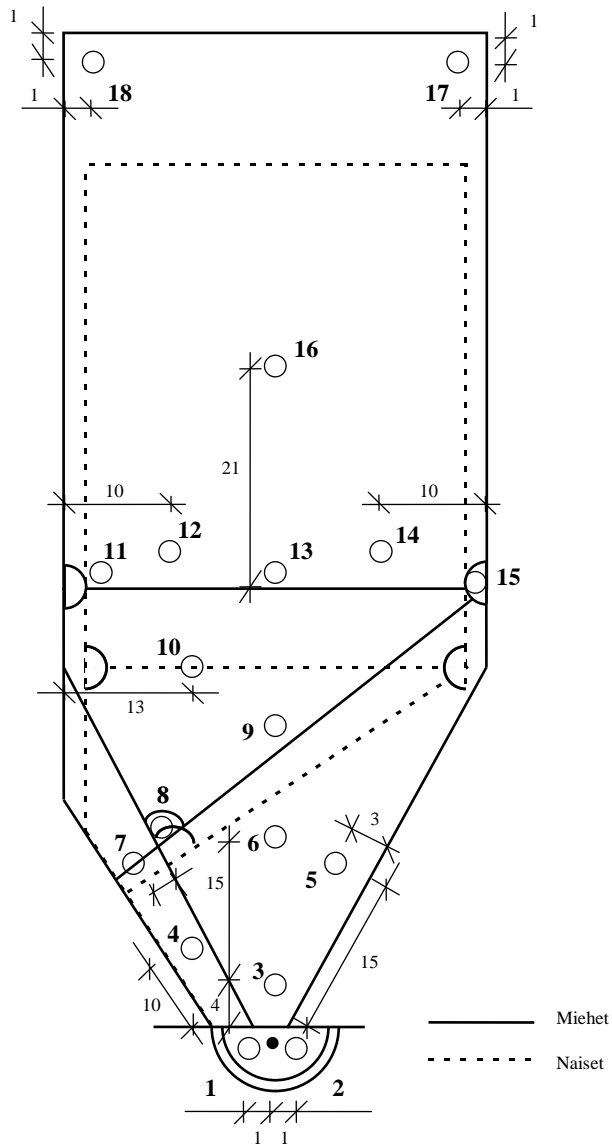


Kentän joustomoduuli (E_2)

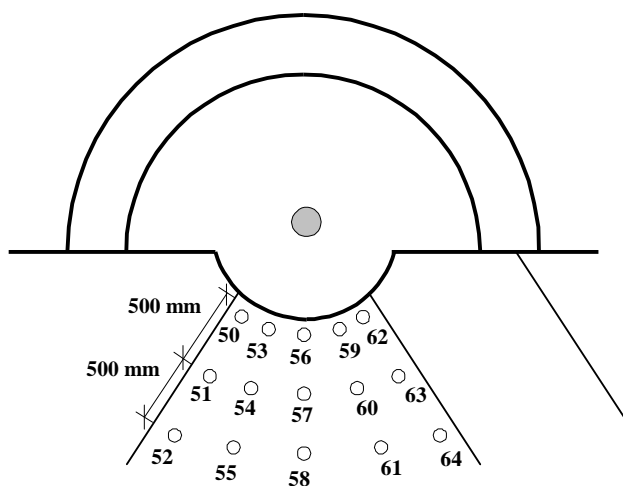
Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
3.6.2014	94,8 / 12,5	99,2 / 8,9	31	20	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 3.6.2014 [MPa]
1	123
2	121
3	101
4	101
5	101
6	93
7	94
8	75
9	89
10	94
11	93
12	91
13	93
14	93
15	101
16	82
17	78
18	83
Keskiarvo	94,8
Keskihajonta	12,5



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.6.2014 [MPa]
50	99
51	94
52	95
53	103
54	82
55	105
56	107
57	107
58	113
59	103
60	104
61	89
62	107
63	86
64	94
Keskiarvo	99,2
Keski- hajonta	8,9

Kenttä: KIIMINKI, KIIMINGIN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut:** 8.8.1995***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
15.8.1995	90,0 / 10,5				
9.9.1996	103,6 / 8,8	97,9 / 8,2			0,1

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2012***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
4.6.2014	78,4 / 10,6	80,7 / 5,5	19	17	0,7

ka. = keskiarvo

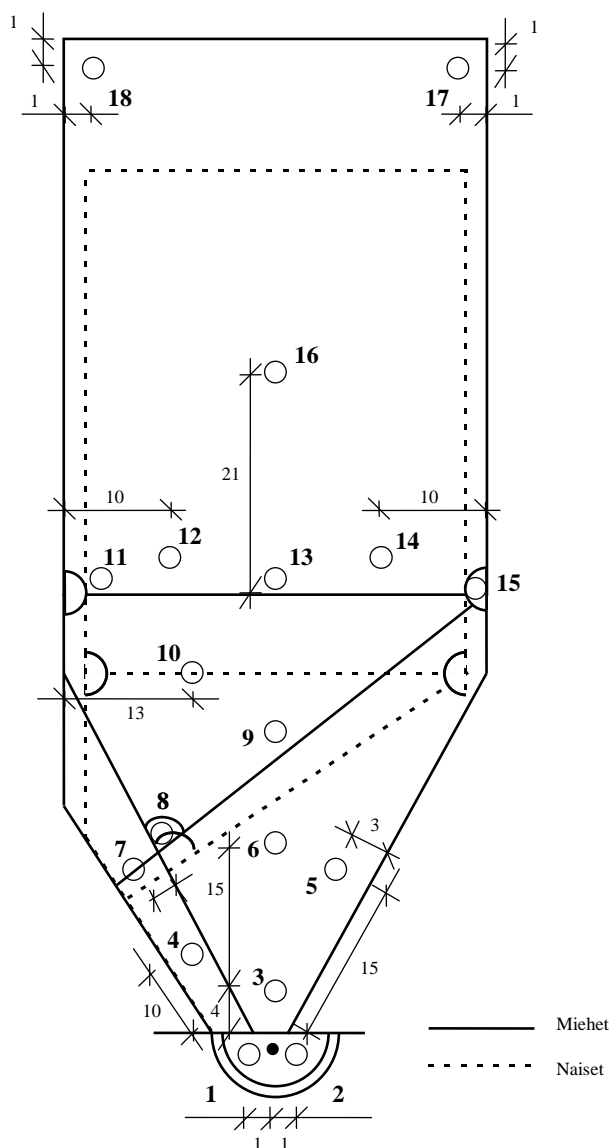
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

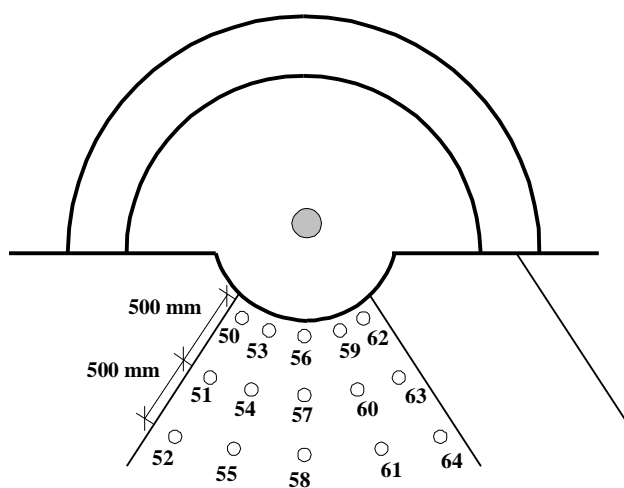
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
6	4.6.2014	0,2		1	4	28	74	100	207

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 4.6.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	48,0
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	erinomainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	1...2
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	32...33 (33)
Arvio nukan laadusta	hyvä



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 4.6.2014 [MPa]
1	104
2	104
3	82
4	77
5	84
6	72
7	70
8	78
9	66
10	81
11	77
12	76
13	72
14	73
15	80
16	73
17	77
18	66
Keskiarvo	78,4
Keskihajonta	10,6



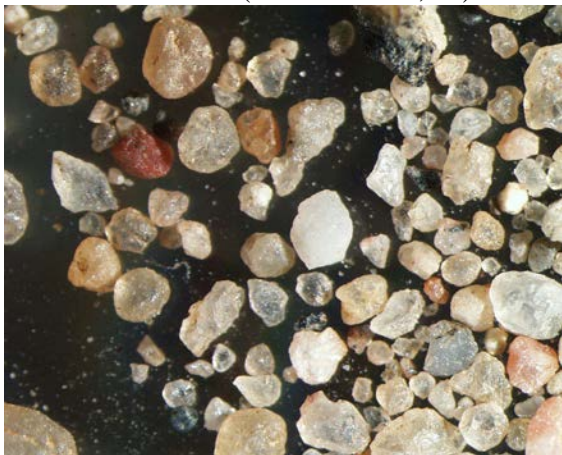
Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 4.6.2014 [MPa]
50	78
51	76
52	77
53	92
54	88
55	82
56	83
57	81
58	81
59	82
60	87
61	81
62	74
63	71
64	77
Keskiarvo	80,7
Keskihajonta	5,5

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 22,8 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,4 s)



Kenttä: KITEE, RANTAKENTTÄ

Valmistunut: 1994

Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
11.7.1995	90,8 / 8,4				0,2
4.10.1996	94,7 / 8,8	94,3 / 7,2			2,3

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 5/2013

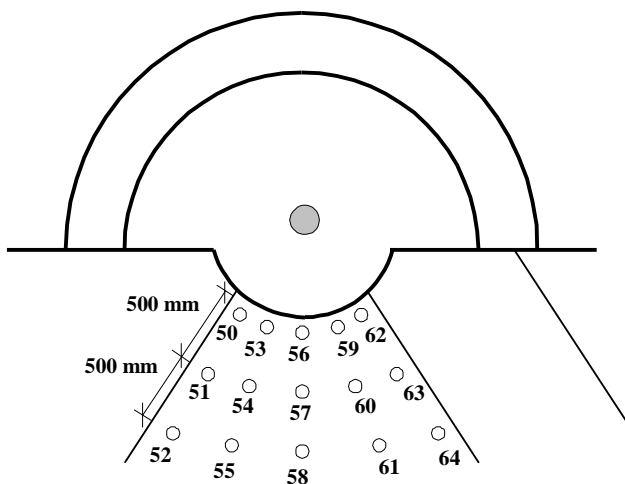


Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
31.7.2014	89,1 / 5,5	84,6 / 4,1	32	21	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
50	82
51	88
52	86
53	85
54	90
55	87
56	83
57	92
58	79
59	87
60	87
61	79
62	79
63	81
64	84
Keskiarvo	84,6
Keskihajonta	4,1

Kenttä: KOSKENKORVA, SÄHKÖKOJE-AREENA

Valmistunut: 1996



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
20.9.1996	95,1 / 15,1	91,8 / 6,9			0,1...0,2
30.8.2013	114,6 / 13,8	112,9 / 11,8	27	16	0,1...0,7

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekanäytteiden rakeisuudet.

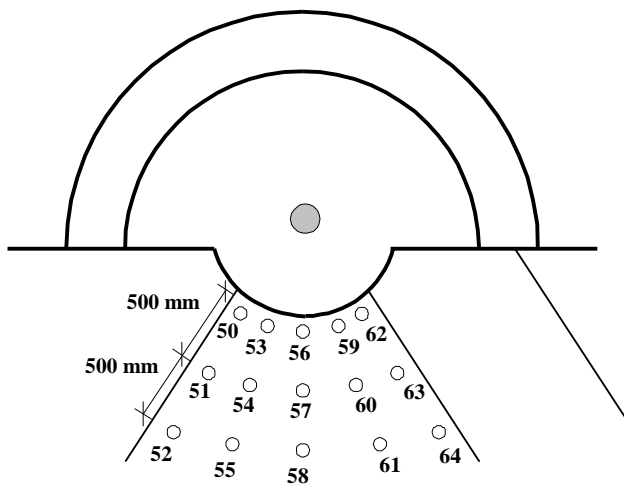
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
6	19.8.1996		0,3	0,6	1,4	14,2	86,1	100	203
1	19.8.1996		1,3	2,5	5,2	24,5	88,8	100	222
6	30.8.2013	1		2	5	22	89	100	219
8	30.8.2013	4,4		10	16	29	88	100	247
9	30.8.2013	2,6		5	8	21	86	100	223
19*	30.8.2013	0,3		1	3	15	91	100	210

*Piste 19 sijaitsee kentäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 19.8.1996		Tulokset 30.8.2013			
	Piste 6	Piste 1**	Piste 6	Piste 8	Piste 9	Piste 19*
Hiekan määrä [kg/m ²]	44,8	48,1	45,2	23,0		
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	hyvä	kohtalainen		
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	0...5	0...3	1...2	täystäyttö		
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	32...33 (33)	30...33 (33)	31 (33)	14 (33)	30 (33)	32 (33)
Arvio nukan laadusta			rispaantunut	rispaantunut	rispaantunut	hyvä

**) Matto vaihdettu 13.8.1996



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 20.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 30.8.2013 [MPa]
50	77	119
51	90	138
52	91	113
53	100	128
54	95	120
55	83	107
56	92	124
57	91	113
58	91	103
59	98	115
60	102	113
61	95	119
62	99	114
63	90	109
64	83	110
Keskiarvo	91,8	112,9
Keski- hajonta	6,9	11,8

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,7 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,1 s)



Kenttä: KOUVOLA, KSS ENERGIA-AREENA

Valmistunut: 1998



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
31.7.2014	113,7 / 11,0	121,0 / 13,6	23	25	1,2

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

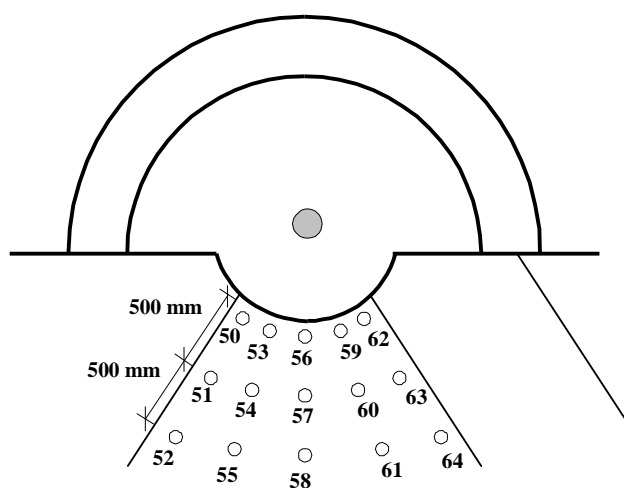
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
6	31.7.2014	3,4		6	10	26	76	100	221

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 31.7.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	38,3
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	heikko
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	täystäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	27 (33)
Arvio nukan laadusta	

Mittauspiste	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
1	98
2	140
3	116
4	111
5	110
6	114
7	110
8	114
9	116
10	116
11	104
12	123
13	116
14	129
15	125
16	98
17	108
18	98
Keskiarvo	113,7
Keskihajonta	11,0



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 31.7.2014 [MPa]
50	96
51	125
52	118
53	104
54	136
55	101
56	116
57	123
58	129
59	140
60	133
61	138
62	118
63	127
64	111
Keskiarvo	121,0
Keskihajonta	13,6

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,0 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,7 s)



Kenttä: LAPPEENRANTA, VANHA KENTTÄ

Valmistunut: 2007



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
30.7.2014	112,1 / 15,3	117,5 / 10,7	20	21	5,3

ka. = keskiarvo

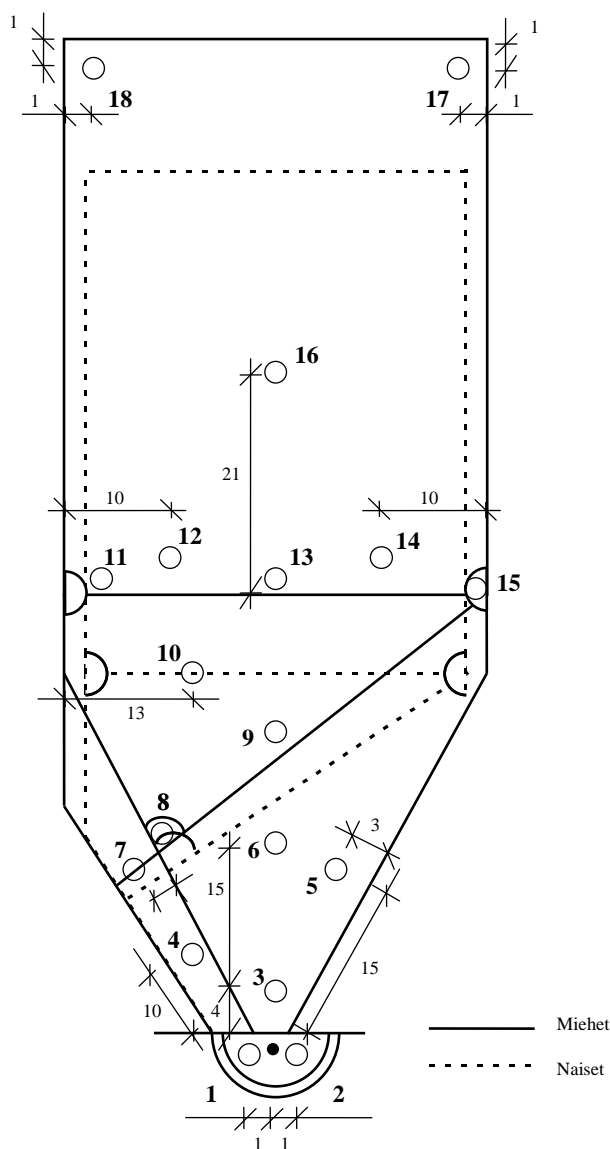
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

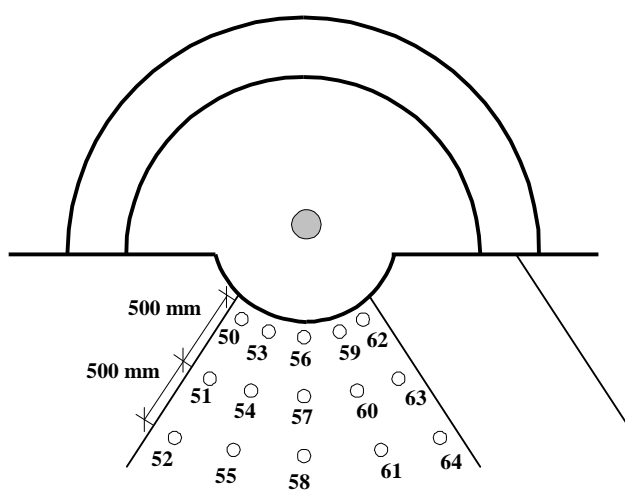
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
6	30.7.2014	2,6		5	9	22	82	100	221

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 30.7.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	46,3
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2...3
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	29 (33)
Arvio nukan laadusta	hieman rispaantunut

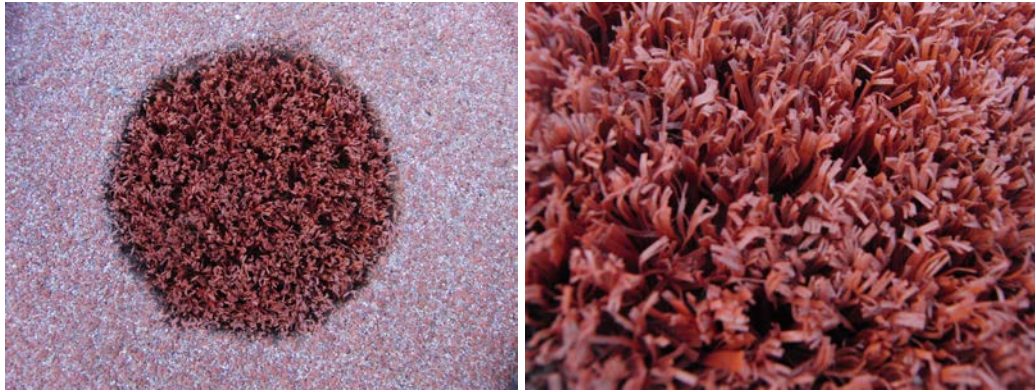


Mittauspiste	E ₂ -moduuli 30.7.2014 [MPa]
1	143
2	148
3	136
4	121
5	119
6	110
7	103
8	108
9	105
10	98
11	108
12	103
13	103
14	108
15	99
16	104
17	104
18	98
Keskiarvo	112,1
Keskihajonta	15,3



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 30.7.2014 [MPa]
50	111
51	110
52	121
53	131
54	129
55	104
56	127
57	131
58	110
59	129
60	127
61	105
62	116
63	108
64	103
Keskiarvo	117,5
Keskihajonta	10,7

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,2 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,1 s)



Kenttä: LAPUA, LUKKARILAN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 1993

Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
6.10.1993	71,8 / 6,9				3,8...8,4
20.9.1996	91,0 / 8,7	86,6 / 4,8			0,1...0,2

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2008

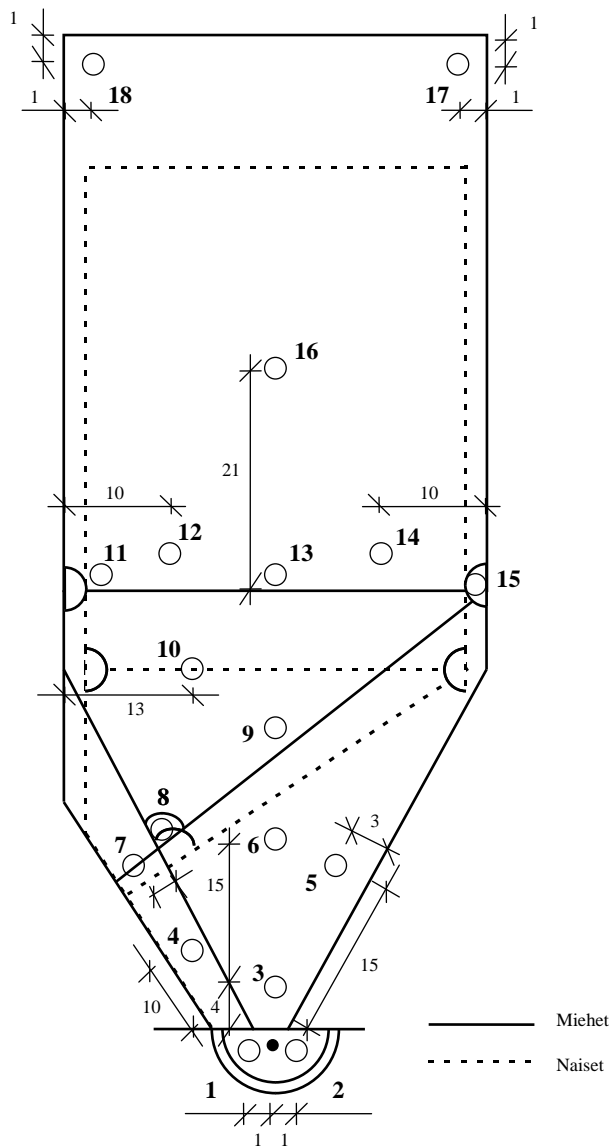


Kentän joustomoduuli (E_2)

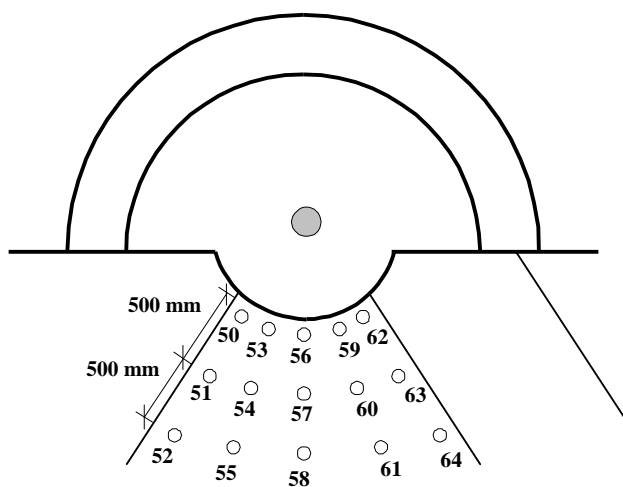
Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
29.8.2013	91,0 / 10,7	97,5 / 10,0	27	17	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 29.8.2013 [MPa]
1	122
2	110
3	92
4	82
5	85
6	88
7	82
8	94
9	98
10	78
11	83
12	94
13	92
14	86
15	86
16	90
17	99
18	88
Keskiarvo	91,0
Keskihajonta	10,7



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 29.8.2013 [MPa]
50	95
51	97
52	98
53	110
54	111
55	105
56	119
57	90
58	93
59	98
60	93
61	90
62	96
63	93
64	80
Keskiarvo	97,5
Keskihajonta	10,0

Kenttä: LOIMAA, LOIMAAN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut:** 1994**Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
29.9.1995	93,4 / 10,1	96,5 / 8,7			sade
11.10.1996	104,1 / 10,2	103,7 / 6,0			2,6
15.10.2014	117,7 / 9,5	121,5 / 10,8	1	2	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
alkup. hiekka	29.9.1995		0	0	0,1	9,4	92,6	100	202
6	3.7.1996		0,2	0,3	1,0	18,1	85,0	99,9	205
1	3.7.1996		4,7	9,0	16,7	36,4	81,5	99,4	248
6	24.10.2013	1,6		3	6	25	85	100	221
9	24.10.2013	3,2		5	9	25	83	100	225
11	24.10.2013	3,8		6	10	28	84	100	232
14	24.10.2013	3,7		6	10	39	92	100	251
22*	24.10.2013	2,0		4	7	25	84	100	222

*Piste 22 sijaitsee kenttäkuvassa kentän kakkospuolelta polttolinjasta 18 m takarajaa kohden ja sivurajasta 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 3.7.1996		Tulokset 24.10.2013				
	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 9	Piste 11	Piste 14	Piste 22*
Hiekan määrä [kg/m ²]	39,1	28,4	30,5	33,0	32,5	36,1	40,3
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	huono	kohtalainen	heikko	kohtalainen	kohtalainen	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2...3	täystäyttö					
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	32 (33)	10...22 (33)	29 (33)	28 (33)	27 (33)	30 (33)	31 (33)
Arvio nukan laadusta	hiukan rispaantunut	erittäin kulunut	rispaantunut				

Valokuva nukasta pisteessä 6 (24.10.2013)



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,8 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,8 s)



Kenttä: MUHOS, PONKILAN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 1993*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
24.8.1994	94,2 / 14,1				0,1...0,2
9.9.1996	106,8 / 14,9	98,4 / 6,2			0,4...0,6
4.6.2014	81,6 / 8,4	89,6 / 2,3	19	18	0,3...0,5

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
alkup. hiekka	24.8.1994		0,1	0,2	2,8	35,6	83,7	100	222
uusi hiekka	24.8.1994		0,2	0,8	11,6	51,5	87,2	100	251
18	24.8.1994		0,1	0,1	0,9	12,8	59,7	100	174
6	24.8.1994		0,2	0,3	1,4	17,9	74,9	99,9	195
1	24.8.1994		4,9	6,5	13,5	55,3	88,1	100	268
lisätty hiekka	9.9.1996		0,1	0,7	8,3	46,9	84,0	100	240
6	9.9.1996		0,4	0,7	2,2	23,5	76,9	100	204
1	9.9.1996		2,0	3,5	9,0	27,4	65,3	99,9	207
6	4.6.2014	0,7		1	4	31	78	100	215
14	4.6.2014	1,9		3	6	26	80	100	217

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 24.8.1994			Tulokset 9.9.1996		Tulokset 4.6.2014	
	Piste 18	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 14
Hiekan määrä [kg/m ²]	40,8	43,0	30,8	49,4	43,3	45,7	41,6
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	1...3	1...3	4...7	0...3	0...2	täystäyttö	
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)	32...33 (33)	30 (33)	32...33 (33)	27...30 (33)	30 (33)	29 (33)
Arvio nukan laadusta							

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 21,9 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,1 s)



Kenttä: OULU, RAKSILAN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: lokakuu 1996



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
5.10.1996	68,1 / 6,2	67,9 / 4,6			1,7...1,9
29.8.1997	103,5 / 4,6	102,1 / 9,8			1,8
3.6.2014	125,9 / 12,0	130,7 / 10,3			0,1...0,4

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

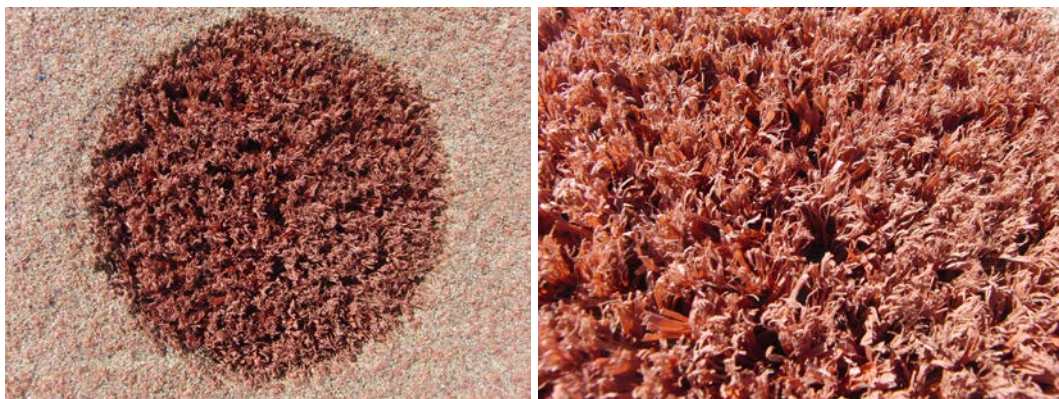
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
17	2.9.1997		0,5	2,2	7,0	23,7	83,0	100	216
6	2.9.1997		0,3	0,8	5,6	26,3	88,0	100	221
6	3.6.2014	1,1		3	9	38	91	100	242
14	3.6.2014	6,8		10	16	35	89	100	257

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 2.9.1997		Tulokset 3.6.2014	
	Piste 17	Piste 6	Piste 6	Piste 14
Hiekan määrä [kg/m ²]			36,8	22,8
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	kohtalainen	heikko
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	3...4	2...3		
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	28 (28)	28 (28)	25 (28)	20 (28)
Arvio nukan laadusta			rispaantunut	rispaantunut

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 21,6 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,1 s)



Kenttä: PATTIJOKI, RÄNNÄRIN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 1995****Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
14.7.1995	107,2 / 17,2				0,1...0,2
10.9.1996	138,6 / 28,1	135,4 / 13,9			0,1...0,2
3.6.2014	134,0 / 29,0	204,5 / 43,6	26	21	0,1...0,5

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

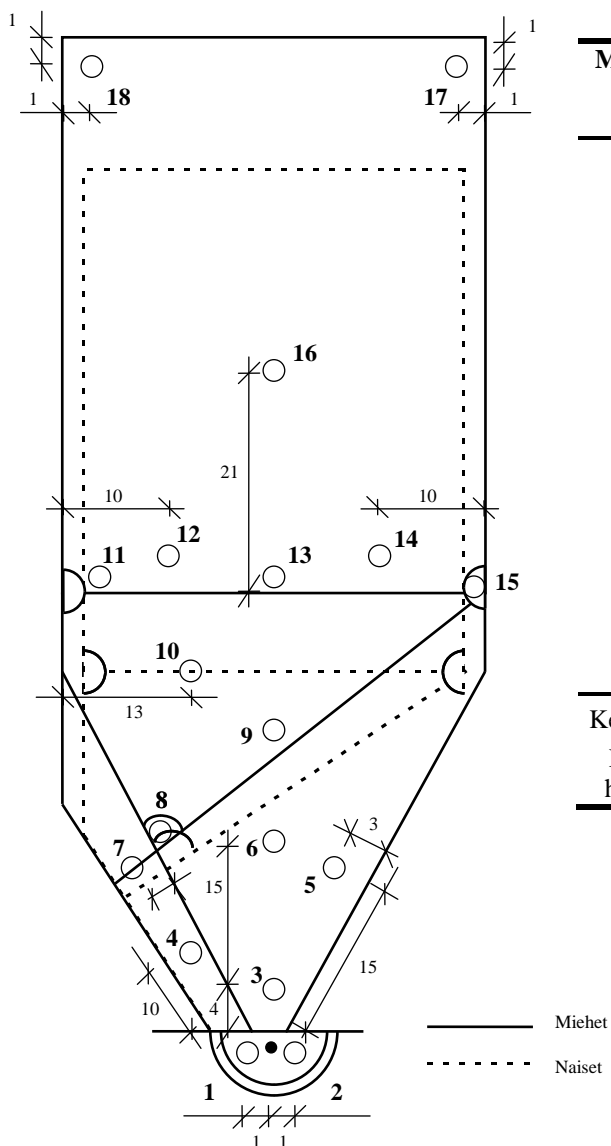
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
lisätty hiekka	13.7.1995		0,1	0,2	2,7	34,1	93,7	100	231
18	13.7.1995		0,2	0,3	0,8	16,3	85,2	100	203
6	13.7.1995		0,3	0,4	1,2	18,4	87,0	100	207
1	13.7.1995		3,5	4,7	7,7	29,6	89,9	100	235
6	10.9.1996		0,5	0,9	3,1	28,9	88,4	100	222
1	10.9.1996		5,1	8,3	12,2	37,7	84,8	100	248
6	3.6.2014	1,3		3	8	36	89	100	237
9	3.6.2014	1,6		3	7	35	88	100	235
14	3.6.2014	3,1		7	14	40	90	100	254
19*	3.6.2014	5,2		7	11	36	89	100	248

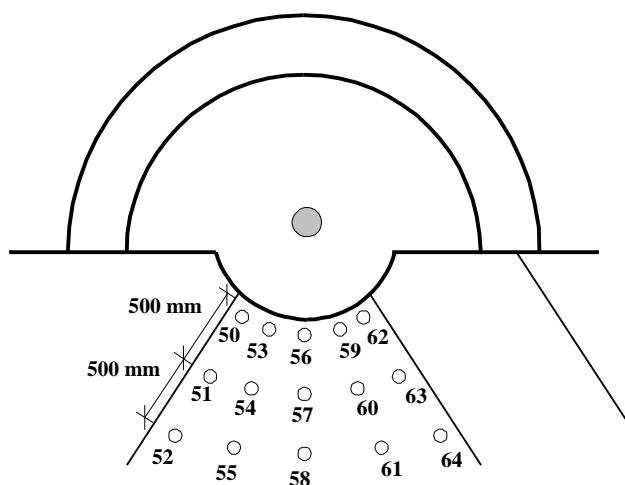
*Piste 19 sijaitsee kenttäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 13.7.1995			Tulokset 10.9.1996		Tulokset 3.6.2014			
	Piste 18	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 9	Piste 14	Piste 19*
Hiekan määrä [kg/m ²]	39,3	44,7	34,9	49,2	27,9	39,6	36,3	26,1	39,3
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	kohtalainen	hyvä	kohtalainen	huono	huono	huono	hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	4	4	3	0...3	0...2				
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	32...33 (33)	32...33 (33)	23	30...33	10...15	27 (33)	27 (33)	21 (33)	31 (33)
Arvio nukan laadusta					rispaantunut	rispaantunut	rispaantunut	rispaantunut	

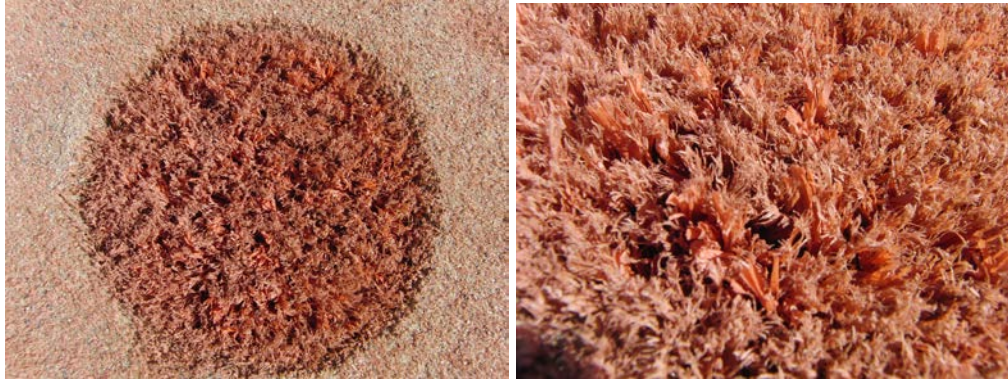


Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 14.7.1995 [MPa]	E ₂ -moduuli 10.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 3.6.2014 [MPa]
1	136	200	118
2	152	200	133
3	103	137	133
4	108	166	182
5	94	141	127
6	110	152	127
7	87	110	119
8	106	126	129
9	97	135	101
10	122	137	174
11	93	114	127
12	106	135	167
13	99	130	200
14	112	119	123
15	102	161	108
16	124	111	138
17	85	111	87
18	94	110	119
Keskiarvo	107,2	138,6	134,0
Keski- hajonta	17,2	28,1	29,0



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 10.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 3.6.2014 [MPa]
50	142	267
51	143	205
52	121	131
53	141	235
54	147	216
55	114	182
56	114	190
57	131	143
58	120	136
59	137	258
60	164	200
61	141	205
62	128	200
63	146	250
64	142	250
Keskiarvo	135,4	204,5
Keski- hajonta	13,9	43,6

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 1-2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 22,0 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 23,4 s)



Kenttä: PORI, PORIN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 1997



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
6.8.2014	91,9 / 9,9	89,8 / 13,8	37	30	0,2

ka. = keskiarvo

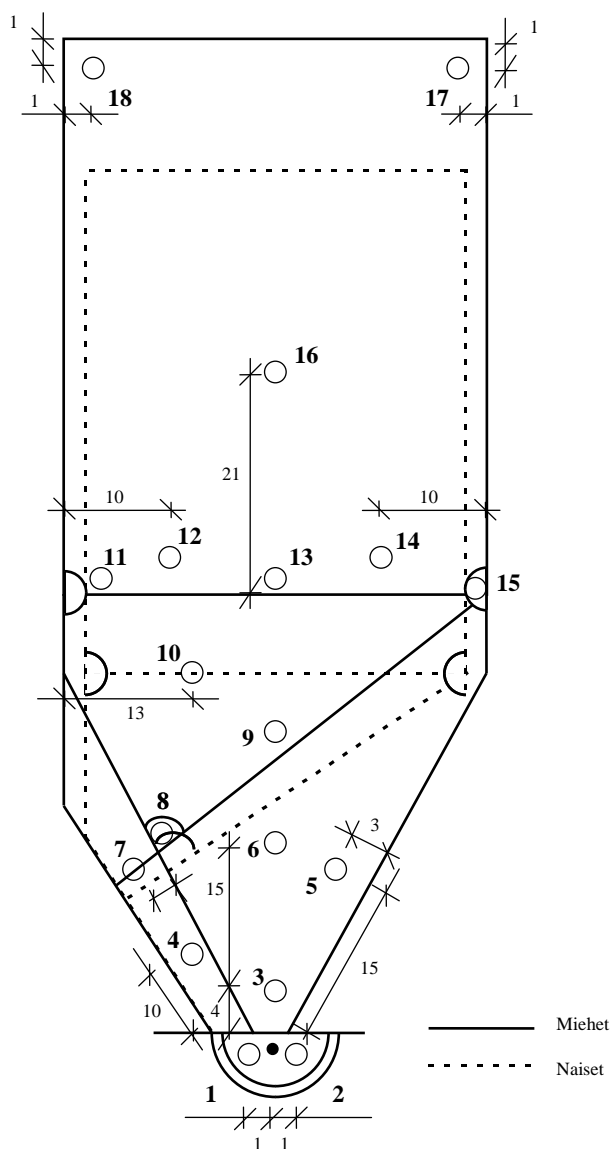
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

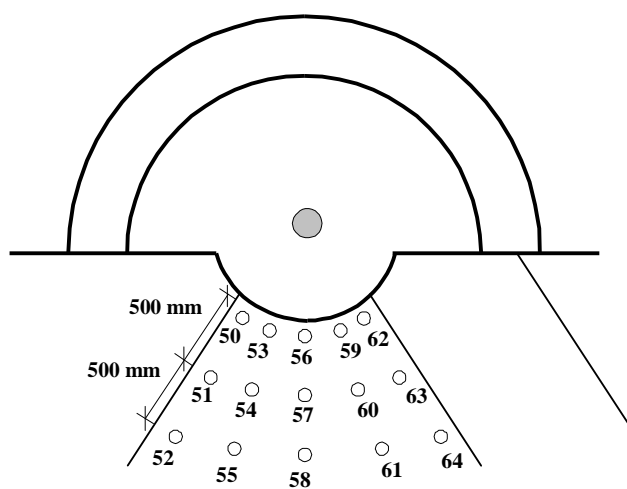
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
6	6.8.2014	1,2		2	7	34	83	100	227

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 6.8.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	40,1
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	vasemmalla täystäyttö, oikealla nukkaa näkyvissä 2...3 mm
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	27 (33)
Arvio nukan laadusta	



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 6.8.2014 [MPa]
1	93
2	125
3	96
4	95
5	89
6	93
7	86
8	95
9	95
10	90
11	88
12	88
13	96
14	89
15	86
16	94
17	75
18	82
Keskiarvo	91,9
Keskihajonta	9,9



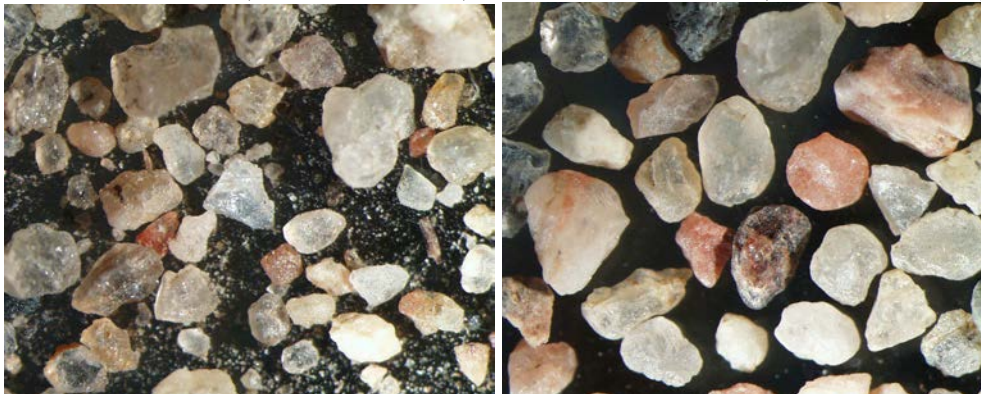
Mittauspiste	E ₂ -moduuli 6.8.2014 [MPa]
50	68
51	85
52	94
53	101
54	101
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
Keskiarvo	89,8
Keskihajonta	13,8

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,2 s) - raekoko 0,5/1 mm (flow cone 25,2 s)



Kenttä: RAUMA, OTANLAHDEN PESÄPALLOKENTTÄ

Valmistunut: 2001

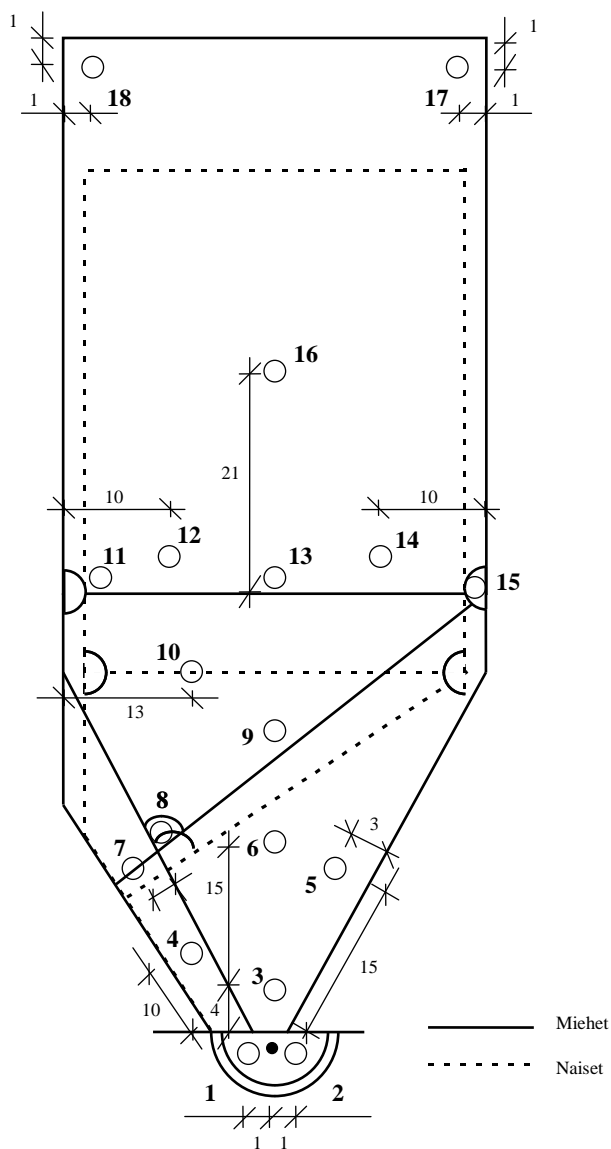


Kentän joustomoduuli (E_2)

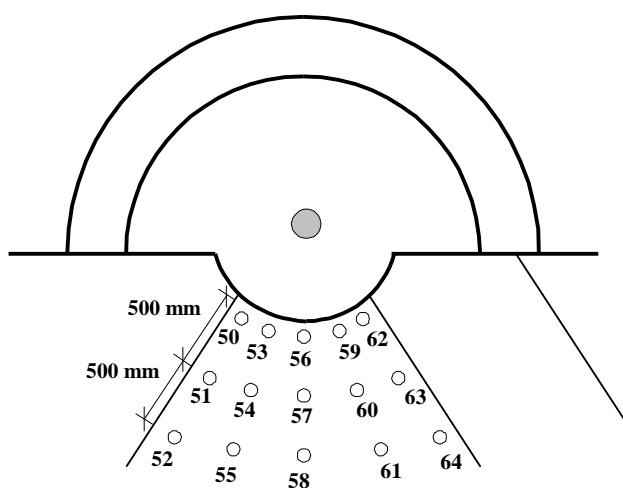
Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
3.9.2014	119,5 / 13,4	114,2 / 11,6		18	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 3.9.2014 [MPa]
1	113
2	154
3	140
4	110
5	105
6	127
7	136
8	108
9	131
10	121
11	114
12	114
13	105
14	110
15	123
16	118
17	111
18	111
Keskiarvo	119,5
Keskihajonta	13,4



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 3.9.2014 [MPa]
50	98
51	107
52	111
53	110
54	125
55	125
56	113
57	140
58	104
59	127
60	113
61	113
62	101
63	123
64	103
Keskiarvo	114,2
Keskihajonta	11,6

Kenttä: SIILINJÄRVI, MANTUN KENTTÄ**Valmistunut: 1995*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
14.9.1995	93,6 / 9,9	93,9 / 7,4			
4.10.1996	92,0 / 12,8	86,9 / 4,6			

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi etukentälle: 2011***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
5.6.2014	78,6 / 6,7	73,3 / 3,2	36	28	1,4...2,5

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

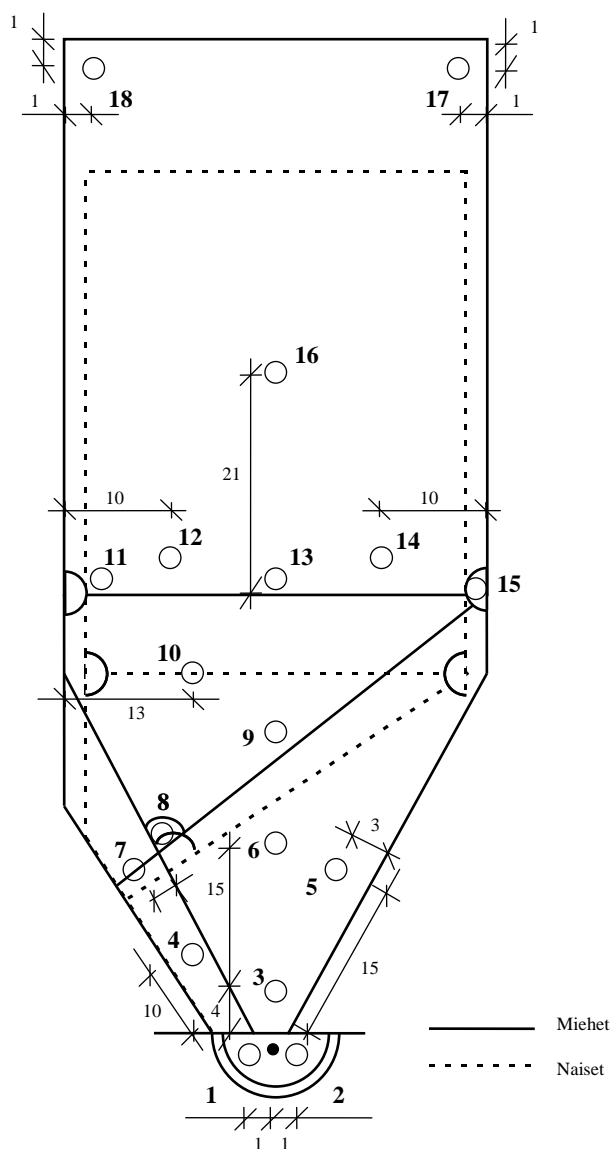
Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
14	5.6.2014	5,0		9	15	31	95	100	255
20*	5.6.2014	1,0		2	4	20	96	100	223

*Piste 20 sijaitsee kentäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 40 m alaspäin ja siitä 10 m vasemmalle

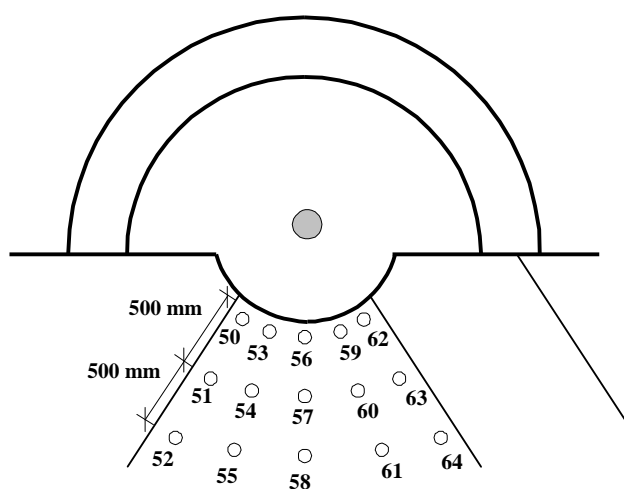
Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 5.6.2014	
	Piste 14	Piste 20*
Hiekan määrä [kg/m ²]	38,0	40,2
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	erittäin huono	huono
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]		
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	26 (33)	32 (33)
Arvio nukan laadusta	rispaantunut	rispaantunut



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 5.6.2014 [MPa]
1	91*
2	88*
3	70*
4	78*
5	75*
6	79*
7	78*
8	78*
9	86
10	76
11	71
12	82
13	75
14	82
15	85
16	70
17	67
18	83
Keskiarvo	78,6
Keskihajonta	6,7

*uusi hiekkatekonurmi



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 5.6.2014 [MPa]
50	68
51	74
52	70
53	75
54	74
55	68
56	74
57	75
58	71
59	73
60	73
61	71
62	78
63	78
64	77
Keskiarvo	73,3
Keskihajonta	3,2

Valokuva nukasta pisteessä 14



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 20

- raekoko 0/2 mm (flow cone 25,3 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,3 s)



Kenttä: SOTKAMO, HIUKAN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 1993-1994

Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
12.7.1995	90,3 / 11,3				0,2...2,2
12.9.1996	96,8 / 12,3	91,3 / 9,2			0,2...1,1

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2009

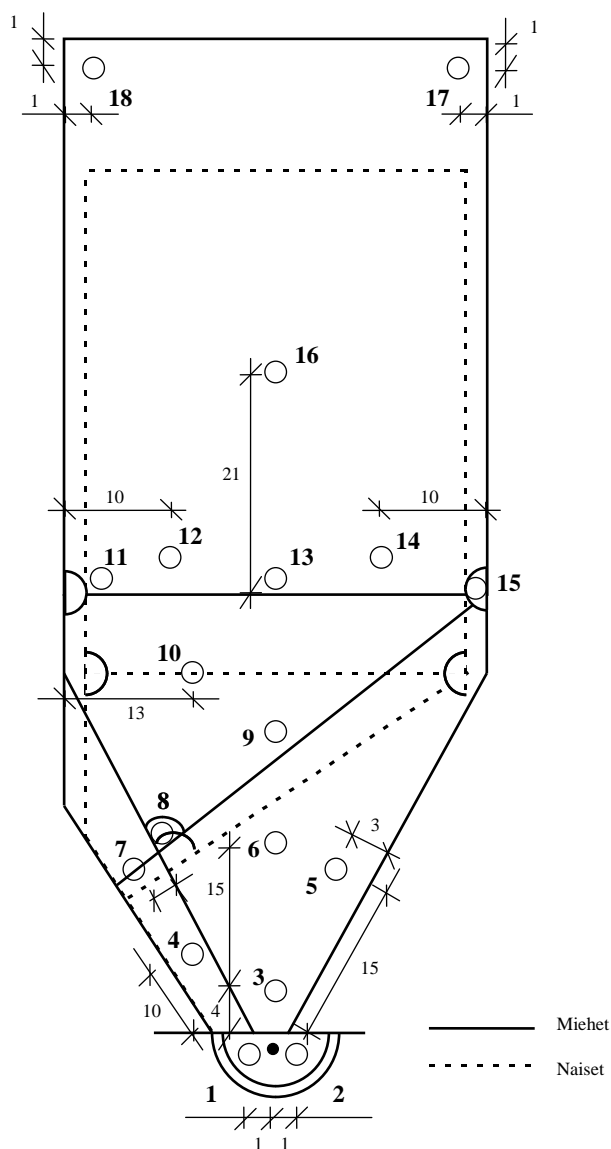


Kentän joustomoduuli (E_2)

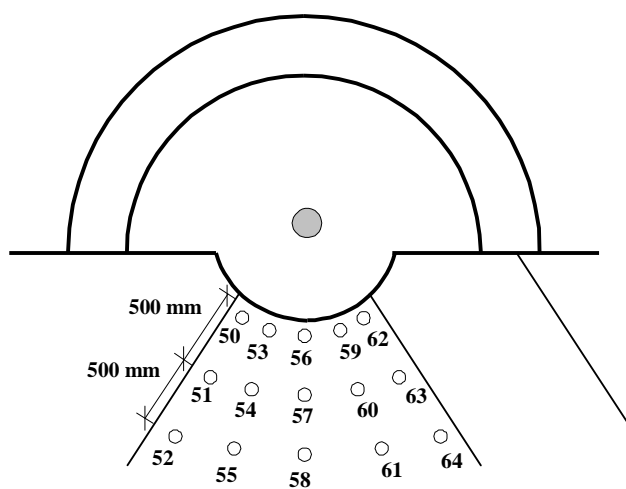
Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
5.6.2014	96,4 / 12,1	106,1 / 3,6	28	23	

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 5.6.2014 [MPa]
1	118
2	123
3	105
4	99
5	93
6	86
7	95
8	104
9	94
10	89
11	101
12	103
13	94
14	94
15	96
16	90
17	81
18	71
Keskiarvo	96,4
Keskihajonta	12,1



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 5.6.2014 [MPa]
50	110
51	103
52	103
53	107
54	107
55	110
56	107
57	113
58	107
59	107
60	108
61	98
62	104
63	104
64	104
Keskiarvo	106,1
Keskihajonta	3,6

Kenttä: TURKU, KUPITTAAN PESÄPALLOSTADION

Valmistunut: 5/1994



Kentän joustomoduuli (E_2)

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
22.9.1994	86,7 / 9,2				0,4
4.7.1996	90,3 / 10,7	85,5 / 8,6			1,8
17.9.2014	99,1 / 11,6	101,9 / 13,0		18	0,4

ka. = keskiarvo

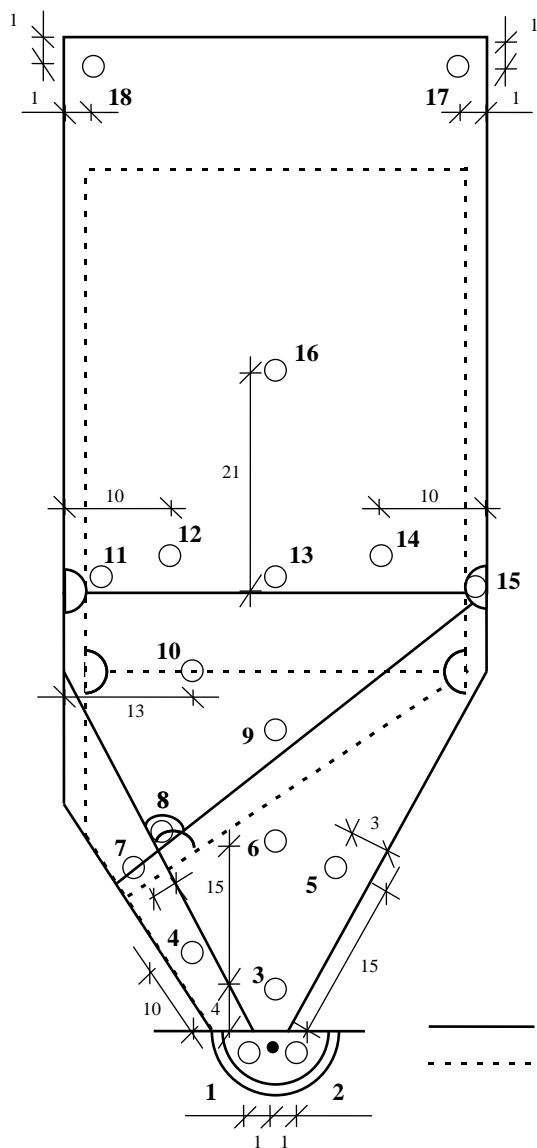
kh. = keskihajonta

Hiekanäytteiden rakeisuudet.

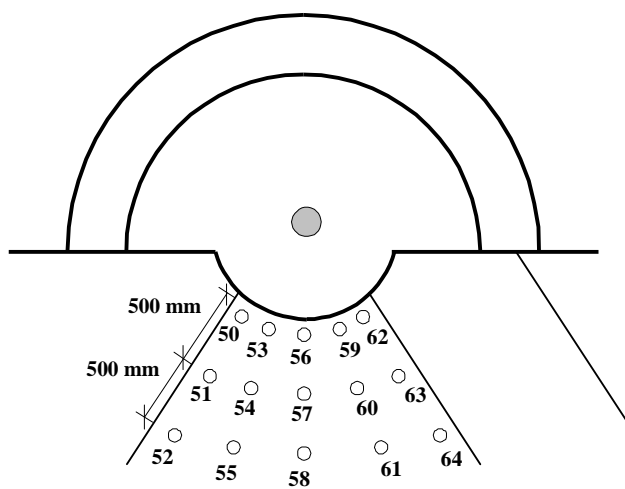
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	H
18	12.7.1995		0,2	0,2	0,9	10,2	91,1	99,9	203
6	12.7.1995		0,4	0,5	1,2	13,2	90,6	100	206
1	12.7.1995		4,7	6,3	14,7	34,4	94,8	100	255
6	4.7.1996		0,2	0,4	1,4	16,7	91,1	99,9	210
1	4.7.1996		2,9	6,3	24,2	42,0	78,8	99,9	254
6	17.9.2014	1,8		3	7	25	92	100	229

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 12.7.1995			Tulokset 4.7.1996		Tulokset 17.9.2014
	Piste 18	Piste 6	Piste 1	Piste 6	Piste 1	Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	36,5	38,0	25,5	38,4	29,6	39,5
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	huono	kohtalainen	huono	kohtalainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	1...3	1...2	0...6	2...3	2...3	2...3
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)	33 (33)	21...33 (33)	32...33 (33)	20...23 (33)	27 (33)
Arvio nukan laadusta					rispaantunut	huopaantunut



Mittaus- piste	E ₂ - moduuli 22.9.1994 [MPa]	E ₂ - moduuli 4.7.1996 [MPa]	E ₂ - moduuli 17.9.2014 [MPa]
1	99	106	108
2	100	114	121
3	88	91	101
4	87	102	111
5	89	97	99
6	91	86	93
7	67	88	113
8	94	94	107
9	81	86	100
10	76	90	103
11	80	78	87
12	97	98	104
13	79	76	94
14	90	92	104
15	98	93	77
16	88	81	93
17	80	78	86
18	77	75	79
Keskiarvo	86,7	90,3	99,1
Keski- hajonta	9,2	10,7	11,6



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 4.7.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 17.9.2014 [MPa]
50	66	89
51	97	84
52	82	88
53	93	98
54	93	104
55	87	108
56	79	119
57	95	118
58	83	111
59	83	116
60	95	113
61	90	114
62	83	87
63	82	94
64	75	86
Keskiarvo	85,5	101,9
Keski- hajonta	8,6	13,0

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,2 s)



- raekoko 0,5-1 mm (flow cone 24,8 s)



Kenttä: VIHTI, NUMMELAN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 1989*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
7.10.1993	107,0 / 22,1				2,3...3,0
25.9.1996	113,7 / 12,5	104,5 / 6,8			0,2...0,5

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2010***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
22.8.2013	95,3 / 10,1	85,1 / 8,5	18	19	0,6...1,0

ka. = keskiarvo

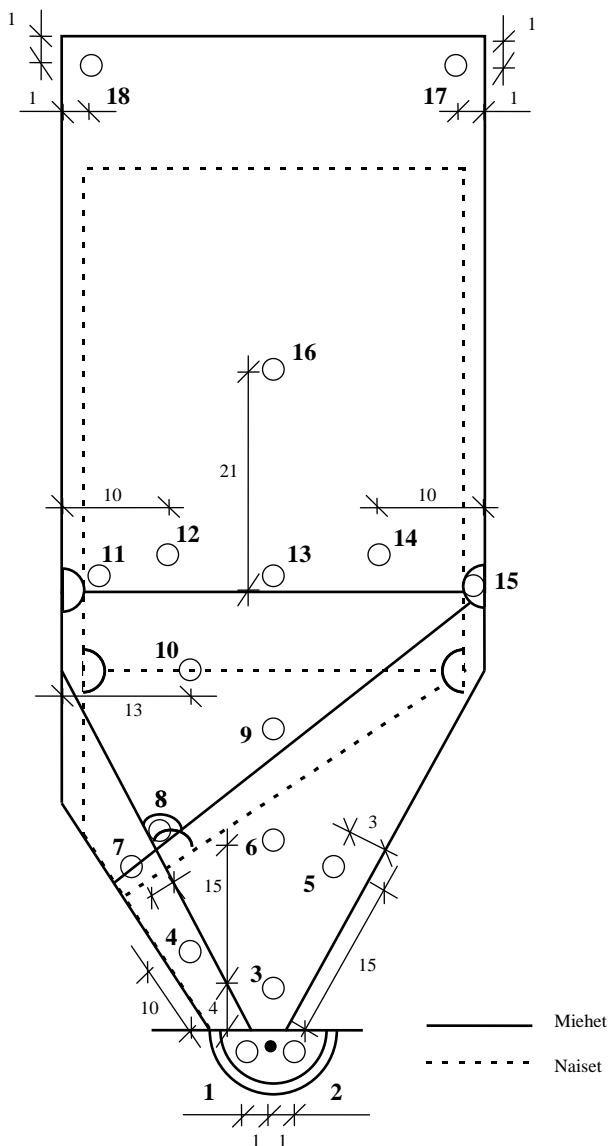
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

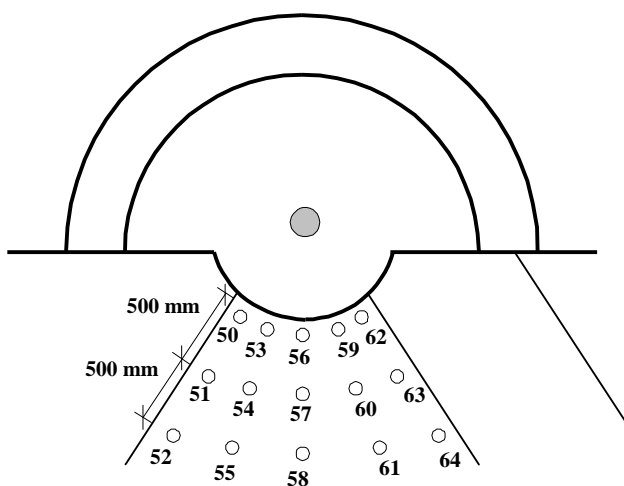
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
6	22.8.2013	0,7		2	3	9	65	100	180

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 22.8.2013 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	52,5
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	täystäyttö/ylitäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	31 (33)
Arvio nukan laadusta	



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 22.8.2013 [MPa]
1	110
2	110
3	90
4	107
5	92
6	85
7	104
8	98
9	81
10	103
11	101
12	101
13	102
14	99
15	101
16	88
17	80
18	89
Keskiarvo	95,3
Keskihajonta	10,1



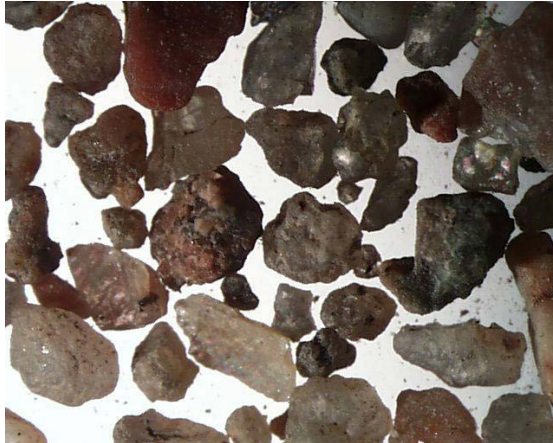
Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 22.8.2013 [MPa]
50	85
51	92
52	87
53	102
54	84
55	82
56	90
57	86
58	70
59	91
60	76
61	74
62	82
63	78
64	87
Keskiarvo	85,1
Keskihajonta	8,5

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 25,8 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,6 s)



Kenttä: VIINIJÄRVI, VIINIJÄRVEN PESÄPALLOKENTTÄ**Valmistunut: 1994*****Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
11.7.1995	94,3 / 6,4				0,1
4.10.1996	99,2 / 9,2	98,1 / 9,1			3,1

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2013, käyttöön keväällä 2014***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
28.7.2014	79,8 / 7,6	79,1 / 4,5	22	18	5,0

ka. = keskiarvo

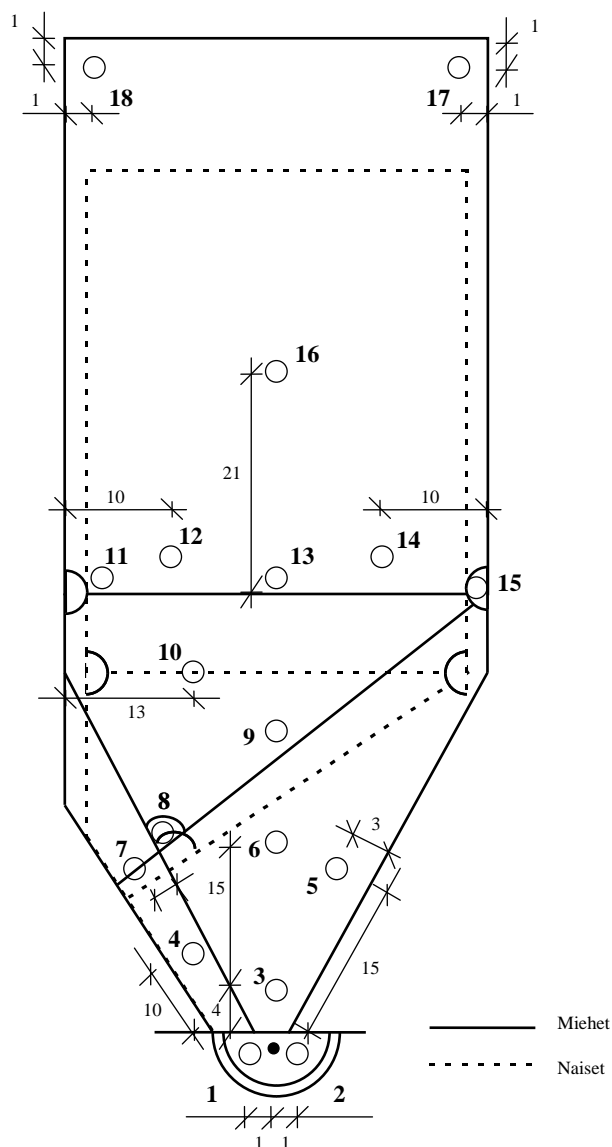
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

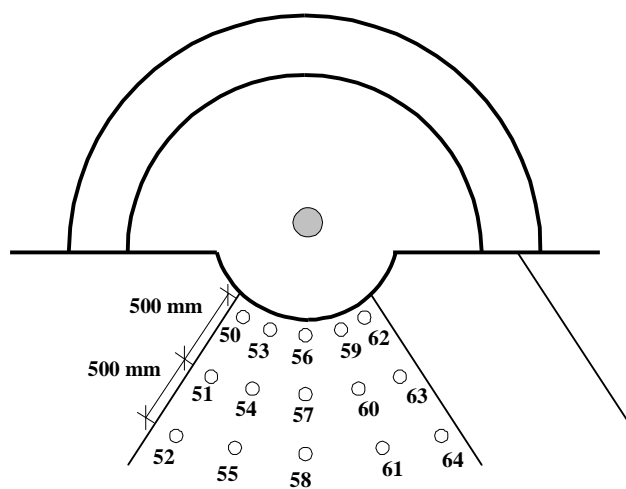
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
6	28.7.2014	0,1		0	2	22	72	100	196

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 28.7.2014 Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]	41,2
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	erinomainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	2...3
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)
Arvio nukan laadusta	hyvä



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 28.7.2014 [MPa]
1	101
2	85
3	79
4	82
5	79
6	83
7	72
8	86
9	80
10	77
11	70
12	74
13	87
14	75
15	75
16	85
17	77
18	69
Keskiarvo	79,8
Keskihajonta	7,6



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 28.7.2014 [MPa]
50	73
51	72
52	80
53	82
54	84
55	81
56	80
57	84
58	81
59	79
60	86
61	75
62	73
63	75
64	82
Keskiarvo	79,1
Keskihajonta	4,5

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 23,2 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,7 s)

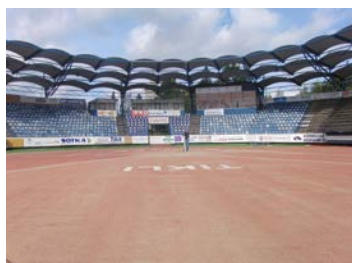


Kenttä: VIMPELI, SAARIKENTTÄ**Valmistunut:** 5/1993***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
23.8.1994	87,4 / 11,8				0,4...1,8
4.9.1996	102,2 / 9,6	96,1 / 9,2			0,2

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Uusi hiekkatekonurmi: 2012***Kentän joustomoduuli (E_2)***

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
22.8.2013	110,7 / 14,3	120,7 / 11,4	25	20	0,3...1,2

ka. = keskiarvo

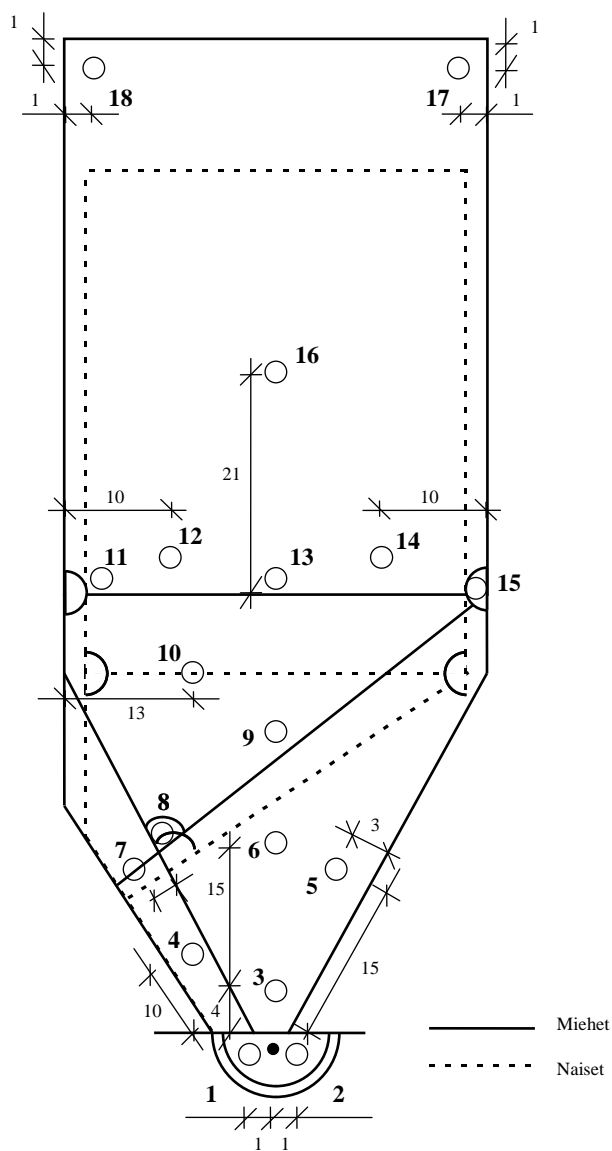
kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

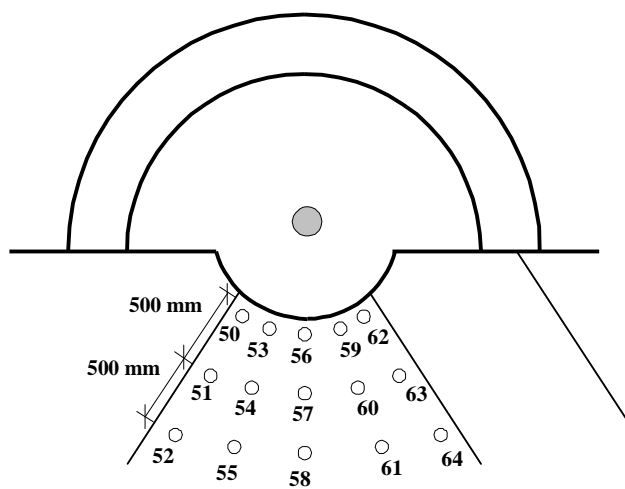
Näyte	Pvm.	Hiekan raakoostumus: seula # [mm], läpäisy-%							Rakeisuusluku
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1	# 2	
2	22.8.2013	4,0		8	15	42	83	100	252
6	22.8.2013	0,2		1	6	31	78	100	216

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 22.8.2013	
	Piste 2	Piste 6
Hiekan määrä [kg/m ²]		49,9
Hiekan irtoavuus imuroitaessa		erinomainen
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]		3...4
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	19 (33)	33 (33)
Arvio nukan laadusta		

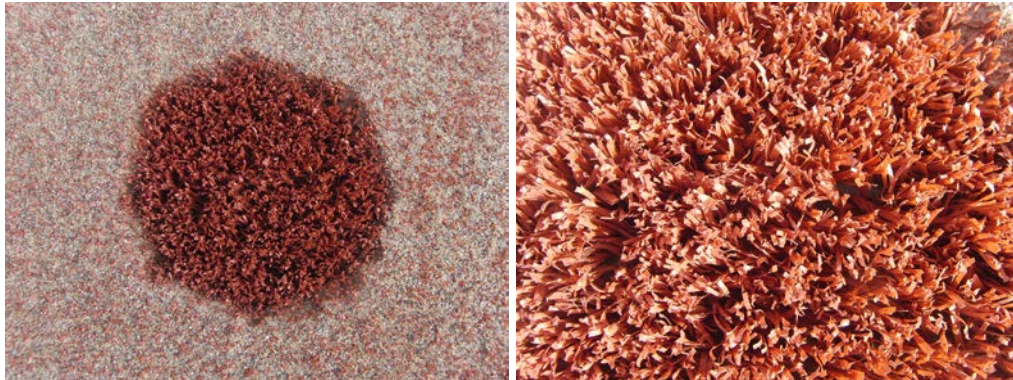


Mittauspiste	E ₂ -moduuli 28.8.2013 [MPa]
1	115
2	158
3	112
4	110
5	105
6	103
7	96
8	109
9	105
10	97
11	105
12	103
13	99
14	103
15	113
16	116
17	131
18	102
Keskiarvo	110,7
Keskihajonta	14,3



Mittauspiste	E ₂ -moduuli 28.8.2013 [MPa]
50	99
51	114
52	125
53	118
54	120
55	137
56	126
57	137
58	126
59	110
60	131
61	129
62	123
63	102
64	113
Keskiarvo	120,7
Keskihajonta	11,4

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelppoisuusluokka 2) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 22,3 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 24,7 s)



Kenttä: YLIHÄRMÄ, KIISTOLAN PESÄPALLOSTADION**Valmistunut: 12.5.1996****Kentän joustomoduuli (E_2)**

Mittausajankohta	Joustomoduuli (E_2) [MPa]		Lämpötila [°C]		Kosteus- %
	Kenttä ka. / kh.	Pomppualue ka. / kh.	Pinta	Ilma	
20.9.1996	83,4 / 10,3	84,4 / 6,1			0,2
29.8.2013	82,8 / 6,6	88,5 / 6,5	21	16	0,4...1,0

ka. = keskiarvo

kh. = keskihajonta

Hiekkänäytteiden rakeisuudet.

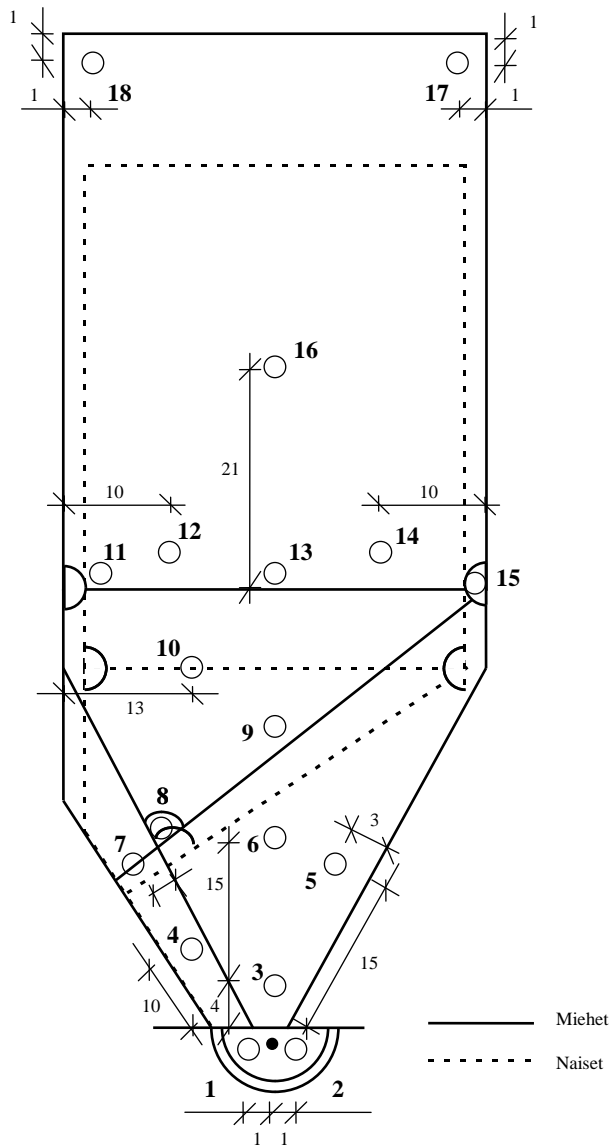
Näyte	Pvm.	Hiekan raekoostumus: seula # [mm], läpäisy-%						Rakeisuusluku	
		# 0,063	# 0,074	# 0,125	# 0,25	# 0,5	# 1		# 2
lisätty Hk	21.8.1996		0	0	0	9,3	88,8	100	198
6	21.8.1996		0,2	0,5	1,0	13,3	86,4	100	201
1a	21.8.1996		2,9	5,5	9,9	37,4	92,7	100	248
1b	21.8.1996		6,2	11,2	18,1	40,3	91,7	100	268
6	29.8.2013	0,9		2	4	18	88	100	213
11	29.8.2013	3,1		5	10	25	91	100	234
15	29.8.2013	2,4		5	9	25	88	100	229
19*	29.8.2013	0,3		1	2	13	88	100	204
21**	29.8.2013	1,9		4	8	23	88	100	225

*Piste 19 sijaitsee kentäkuvassa kentän oikeasta takakulmasta 18 m alaspäin ja siitä 14 m vasemmalle

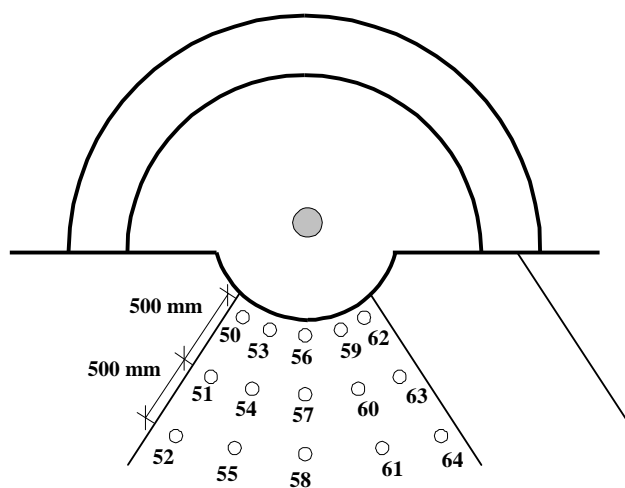
**Naisten kentän polttolinjan keskeltä (juoksulinja)

Hiekkatekonurmikentän muut tutkitut ominaisuudet ja tutkimustulokset.

Tutkitut ominaisuudet	Tulokset 21.9.1996			Tulokset 29.8.2013				
	Piste 6	Piste 1a	Piste 1b	Piste 6	Piste 11	Piste 15	Piste 19*	Piste 21**
Hiekan määrä [kg/m ²]	52,3	48,3	29,8	45,8		38,0		40,9
Hiekan irtoavuus imuroitaessa	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	kohtalainen	kohtalainen	erinomainen	huono
Nukkaa näkyvissä (vaihteluväli) [mm]	0...3	0...2	0...1	täystäyttö		täystäyttö		täystäyttö
Mitattu nukan pituus (alkuperäinen) [mm]	33 (33)	30...33 (33)	15...20 (33)	32 (33)	30 (33)	30 (33)	32 (33)	29 (33)



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 20.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 29.8.2013 [MPa]
1	106	86
2	99	83
3	99	97
4	90	90
5	82	74
6	86	87
7	83	80
8	91	77
9	83	82
10	81	88
11	72	73
12	83	78
13	78	84
14	79	78
15	77	81
16	72	89
17	73	74
18	68	80
Keskiarvo	83,4	82,8
Keski- hajonta	10,3	6,6



Mittaus- piste	E ₂ -moduuli 20.9.1996 [MPa]	E ₂ -moduuli 29.8.2013 [MPa]
50	85	99
51	86	95
52	93	94
53	95	92
54	83	78
55	85	92
56	90	81
57	80	92
58	86	93
59	91	85
60	79	84
61	81	85
62	83	88
63	75	86
64	74	81
Keskiarvo	84,4	88,5
Keski- hajonta	6,1	6,5

Valokuva nukasta pisteessä 6



Kuva hiekasta (kelpoisuusluokka 2-3) pisteessä 6

- raekoko 0/2 mm (flow cone 24,4 s)



- raekoko 0,5/1 mm (flow cone 26,0 s)





MAA- JA POHJARAKENTEIDEN YKSIKÖN JULKAISUJA v. 2006 - 2015

80. Jäniskangas, T., Hiekkatekonurmipintaisten pesäpallokenttien ominaisuuksien muuttuminen ja elinkaari. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2015. 45s. + 86 liites.
79. Mäntyranta, L., Liikuntasaumattoman sillan ja maan yhteistoiminnan tutkiminen koelaitteistolla. Kandidaatintyö. Tampereen teknillinen yliopisto. 2011. 42 s. + 12 liites. Hinta 20 €
78. Ravaska, A., Kaatopaikan tiivistysrakenteiden laadunvarmistuskoulutuksen tarve ja organisointi. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 2010. 160 s. + 30 liites. Hinta 40 €
77. Ketonen, R., Porin tulvasuojeluhankkeen vakavuustarkastelu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 2009. 195 s. + 1 liite-CD. Hinta 70 €
76. Mansikkamäki, J., Olemassa olevien ratapenkereiden stabiiliteetin laskenta elementtimenetelmällä. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2009. 145 s. + 26 liites. Hinta 55 €
75. Repo, T., Liikennekuorman jakautuminen rautatiesillan teräsputkipaaluilla. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2008. 79 s. + 35 liites. Hinta 26 €
74. Luomala, H., Ryyänen, T., Belt, J., Alatyppo, V., Lampinen, A., Tierakenteen käyttöä hallinta uuden teknologian avulla. Loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2008. 162 s. + 2 liites. Hinta 34 €
73. Kerokoski, O., Kallion ja irtilouhitun kallion varaan perustaminen. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2007. 92 s. + 36 liites. Hinta 26 €
72. Pitkänen, J., Uotila, J., Toimiva piha pehmeiköllä. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2006. 61 s. Hinta 26 €
71. Vuorimies, N., Kolisoja, P., Outokummun tehtaiden kevytkiviainesten ja AOD-murskeiden kolmiaksoalikoetestaukset 2005-2006. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2006. 45 s. + 11 liites. Hinta 26 €
70. Kerokoski, O., Sillan ja maan yhteistoiminta. Liikuntasaumattomien siltojen laskennallinen tarkastelu. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 2006. 145 s. Hinta 26 €

Tampereen teknillinen yliopisto
Tapani Jäniskangas
040-737 6791
tapani.janiskangas@tut.fi
www.tut.fi/mpr

Oikeus hinnanmuutoksiin pidätetään.
Hintoihin lisätään alv 10 %.

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FI-33101 Tampere, Finland

ISBN 978-952-15-3512-3 (nid.)
ISBN 978-952-15-3513-0 (PDF)
ISSN 1799-1684